جامعة مؤتة
عمادة الدراسات العليا

توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي

إعداد الطالب
عبد الرحمن صالح طويرح البلوي

إشراف
الأستاذ الدكتور سليمان الطراونة

رسالة مقدمة إلى عمادة الدراسات العليا
استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير
في الإدارة الهندسية قسم الإدارة الهندسية

جامعة مؤتة، 2012

الشكر والتقدير

قال تعالي: ﴿ **إقرأ باسم ربك الذي خلق ۞ خلق الإنسان من علق ۞ اقرأ وربك الأكرم ۞ الذي علّم بالقلم ۞ علّم الإنسان ما لم يعلم** ﴾ (سورة العلق،١-٥)

وبدوري أقول سبحانك لا علم لي إلا ما علمتني، وأصلي وأسلم على معلم البشرية المبعوث رحمة للعالمين القائل: **(من سلك طريقاً يلتمس به علماً سهّل الله له به طريقاً إلى الجنة).**

إن للإنسان لحظات سعيدة يعيشها، يتمنى أن يشاركه فيها غيره ممن يحب، كيف لا وقد أشرف على رسالتي أستاذي الفاضل **الأستاذ الدكتور سليمان الطراونة،** الذي أفاض عليَّ من جوده وعلمه وكرم أخلاقه الشيء الكثير، واستفدت من أخلاقه قبل علمه والذي أثق أنه يعيش فرحتي فجزاه الله عنّي خير الجزاء.ومن لا يشكر الناس لا يشكر رب الناس فشكراً لك أستاذي على كل ما قدمته لي.

كما أشكر كل أساتذتي اللذين درست على يديهم خلال هذه المرحلة وأساتذتي في لجنة المناقشة الأجلاء، وكل من وقف معي من الأهل والأصدقاء والزملاء وكل من أهداني معلومةً أو كتاباً أو مرجعاً ولكل من دعى لي.

عبد الرحمن صالح طويرح البلوي

فهرس المحتويات

المحتوى	الصفحة
الفصل الثالث: المنهجية والتصميم..........	
٣.١منهجية الدراسة..	٣٥
٣.٢ مجال الدراسة..	٣٥
٣.٣ منطقة الدراسة..	٣٥
٣.٤ بيانات الدراسة..	٣٧
٣.٥ نماذج السلاسل الزمنية..................................	٣٧
٣.٦ اختبار استقرارالسلسلة الزمنية باستخدام دالة الارتباط.	٤٣
٣.٧ مقاييس دقة تنبؤ النموذج المستخدمة..................	٤٤
٣.٨ المعالجة الإحصائية....................................	٤٦
الفصل الرابع:عرض النتائج وتحليلها احصائياً ومناقشتها..........	
٤.١ نتائج الدراسة..	٤٧
٤.١.١ الإجابةعن السؤال الأول..................	٤٧
٤.١.٢ الإجابة عن السؤال الثاني..................	٦٦
٤.١.٣ الإجابة عن السؤال الثالث..................	٨٩
٤. ٢ خلاصة مناقشة النتائج ومقارناتها..................	١٠٨
٤.٣ الخاتمة	١١١
٤.٤ التوصيات..	١١٣
المراجع..	١١٥
الملاحق..	١٢٠

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الملاحق

الملخص

توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي

عبدالرحمن صالح طويرح البلوي

جامعة مؤتة، ٢٠١٢

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على توقعات الطلب على استهلاك المياه (السكاني، والزراعي، والصناعي) في مدينة تبوك وأثرها على التخطيط التنموي. واعتمدت الدراسة على بيانات استهلاك المياه السكانية والزراعية والصناعية في مدينة تبوك للفترة ١٩٩٦-٢٠٠٩م، واستخدمت الأساليب والتحليلات الإحصائية المناسبة للإجابة عن أسئلة الدراسة. وخلصت نتائج الدراسة إلى توقع ارتفاع كمية استهلاك المياه في القطاعين السكاني والصناعي وانخفاضها في القطاع الزراعي، وأن هذا التوقع سيؤثر على التخطيط التنموي لمدينة تبوك. كما خلصت الدراسة إلى أن نموذج التمهيد الأسي الفردي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، في حين كان نموذج ARIMA(1، 1، 1) أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ. وبينت النتائج أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، في حين كان نموذج ARIMA(1، 0، 0) أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ. وبينت النتائج أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، في حين كان نموذج ARIMA(1، 1، 1) أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ. وقدمت الدراسة مجموعة من التوصيات أهمها: العمل على الاستفادة المثلى من مصادر المياه في مدينة تبوك في ضوء الاحتياجات المستقبلية للمياه. وضرورة العمل على تضمين الخطط التنموية أساليب توفير المياه في المستقبل في ظل كميات استهلاك المياه المتوقعة مستقبلاً وتضمين الخطط التنموية المستقبلية الانتباه إلى الانخفاض المتوقع في القطاع الزراعي.

الكلمات المفتاحية: الطلب على المياه، السكان، الزراعة، الصناعة، التنبؤ باستهلاك المياه، التخطيط التنموي.

Abstract

Water Demand Forecasting for the City of Tabuk and Its Impact on Development Planning

Abd Al-Rahman Saleh Tewerh Al-Balawi

Mu'tah University ‹2012

The objective of this study is to investigate the expected demand on water consumption as far: Population ‹Industrail and Agricultural ‹And it’s impact on development planning in Tabouk City ‹The study use water consumption data that's been reserved for the above three fields the period of (1996 -2009) ‹Appropriate statistical analysis in different methods being used to answer the questions of this study ‹As a result of the study's conclusion indicate the high demand of water in domestic and industrial field with declining demand for Agricultural field ‹as well as the future effects on development planning of Tabouk city.

The results of the study also concluded that the Single Exponential Smoothing model was better and more accurate than Deterministic Models to predict the amount of domestic water consumption in the future ‹whereas ARIMA (1 ‹1 ‹1) model was the most accurate prediction among Stochastic models

As results showed that Quadratic Trend Model was better and the most accurate among Deterministic Models to predict the demand of agricultural water consumption in the future ‹while ARIMA (1 ‹0 ‹0) model was the most accurate among Stochastic Models in prediction .

As results showed that Quadratic Trend Model was the most accurate model among the Deterministic Models to predict the demand of the industrial water consumption in the future of the city . And ARIMA (1 ‹1 ‹1) was the most accurate prediction model among Stochastic Models.

The study provides a set of recommendations ‹the most important of which: Focus on the optimization of water resources in Tabuk City ‹ with consideration of the future demand ‹Focus on water resources (strategy) in developing planning of Tabuk City ‹Water usage within the future range ‹ Include developing plan in the future ‹ Consideration of the reduction in Agricultural field.

Key Words: Water demand ‹Domestic ‹industrial ‹Agricultural ‹ Water Consumption prediction and development planning.

الفصل الأول
خلفية الدراسة وأهميتها

1.1 مقدمة

تعدّ المياه إحدى أهم نعم الحياة التي أنعم الله بها على الكائنات الحية التي تعيش على سطح الأرض جميعاً، فقد ورد في القرآن الكريم قوله تعالى: "**أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلا يُؤْمِنُونَ**" (سورة الأنبياء:الآية رقم 30)، فالمياه ليست ضرورة لحياة المخلوقات فحسب بل أيضاً أحد أهم العناصر في تحقيق التنمية الاقتصادية والرفاهية الاجتماعية، وتعد المياه السطحية والجوفية من أهم موارد المياه في الطبيعة، وقد تزايد استغلالهما في الفترة الأخيرة بشكل ملحوظ وخصوصاً مع التطور الهائل الذي تحقق خلال العقود الأخيرة، وطغيان الحياة المدنيّة بشتى صورها وتغيير الممارسات اليومية للبشرية، ولهذا كان حتماً ولزاماً تزويد المجتمع بالماء الجيد نوعياً والذي يلبي الاحتياجات كميًا، ويعد هذا التزويد أحد أهم ضرورات المجتمعات الحديثة، ولاسيما التزويد بمياه الشرب (العنانزة، 1999).

تتصاعد قضية المياه العذبة مما يضع الدول والحكومات أمام تحديات كبيرة ففي الخمسينيات من القرن العشرين كانت قائمة الدول التي تعاني من نقص المياه تعد على أصابع اليد الواحدة أما اليوم فقد زادت هذه القائمة لتصل على مستوى العالم إلى 26 بلداً واعتباراً من عام 2000م أصبحت المياه في "الشرق الأوسط" سلعة استراتيجية تتجاوز في أهميتها النفط والغذاء (سلامة،2006).

لهذا تعتبر قضية المياه من أبرز القضايا التي تتعاطى معها الامم المتحدة، إذ أولت اهتماما خاصا بالمياه في برامجها وأعطتها الاولوية في نشاطاتها، اذ انعكس ذلك في عقد عدة مؤتمرات عالمية بهذا الخصوص، كان منها المؤتمر الدولي للمياه العذبة الذي انعقد في بون عام2001م، بالتعاون مع الحكومة الألمانية – وهو مؤتمر تحضيري لمؤتمر القمة العالمي حول (التنمية المستدامة)– الذي كان مقرراً عقده في جوهانسبرغ، إضافةً إلى اعتبار عام 2003م السنة الدولية للمياه العذبة (اسكوا، 2002).

وقد احتلت الموارد المائية أولوية في سلم معظم دول الشرق الأوسط في السنوات الأخيرة لما لها من أهمية في تنفيذ المشاريع التنموية وتعزيز القوة الاقتصادية، وأصبحت لدى بعض الدول من حيث الأهمية تفوق الأمن العسكري، والدولة التي تتميز بوجود منابع المصدر المائي تستطيع إلى حد ما التحكم في كمية المياه التي تصل إلى الدول الأخرى، وهذه الميزة مما لاشك فيه تعطي لدول المنبع فرصة ممارسة أي ضغط سياسي أو اقتصادي كلما دعت الحاجة إلى ذلك، وأصبحت الموارد المائية أحد أهم العوامل الرئيسية التي تهدد علاقات حسن الجوار والتفاهم المشترك بين الدول وخاصة تلك التي تقع في حوض مورد مائي دولي معين(العجيلي، 2000).

وتعدّ ندرة المياه في بعض مناطق العالم، وانتشار التلوث واحدة من أهم التحديات الرئيسية التي تتطلب معالجتها جهوداً مكثفة خاصة مع غياب الاستخدام الأمثل للمياه وإدارة هذا القطاع على النحو الذي يضمن التوازن بين العرض والطلب ومعالجة تشتت المسؤوليات في تطبيق سياسات إدارة المياه والأراضي بين العديد من المؤسسات والوزارات المختلفة، ويأتي بعد ذلك تهاون بعض الدول في استخدام الأدوات الإقتصادية الحديثة في قضايا البيئة وفي استخدام أساليب التقويم المختلفة، إضافةً إلى ما تعانيه بعض المناطق من ندرة الموارد الطبيعية أيضاً، أما فيما يتعلق بقضية تغير المناخ وعلى الرغم من ارتفاع معدلات الانبعاثات فإن دور دول المنطقة في انبعاثات الاحتباس الحراري مازال دون المأمول وستعاني الدول العربية عموماً نتائج سلبية كثيرة بسبب تغير المناخ، وكل هذه القضايا البيئية لا يمكن مواجهتها إلا عن طريق البحث العلمي والتطويـر الثقافـي الجاد ولا تستطيع أن تقوم دولة واحدة بمفردها بذلك .

والمملكة العربية السعودية تعاني من تسارع النمو السكاني، وخاصةً في المدن والمراكز الحضارية الرئيسية مما يؤدي إلى تزايد الطلب على الخدمات والاحتياجات السكانية التي تقدمها تلك المدن لساكنيها وأهمها المياه. كما وأن ازدياد الطلب على المياه بأنواعها المختلفة السطحية أو الجوفية أو المحلاة سيقابله مزيداً من الطاقة الكهربائية المستهلكة من أجل مقابلة التوسع في المرافق الخدمية والحضارية المختلفة التي تواكب التزايد السكاني التي تقدمها تلك المدن لساكنيها (الصالحي،2000).

2.1 مشكلة الدراسة

إن تزايد النمو السكاني، وتحسن المستوى المعيشي في المملكة العربية السعودية يجعل من المياه قضية أساسية خاصةً مع قلة الموارد المائية وشحها، وإن كان هناك في الوقت الراهن نوعاً ما سد لاحتياجات الطلب الحالي إلا أن تَوَفُرَها على المدى البعيد لمواكبة الطلب المتزايد سيؤدي إلى تأثيراتها على الخطط التنموية وتحسباً لذلك لا بد من توفر توقعات موثوق بها عن حجم السكان واحتياجاتهم المستقبلية من أجل التنبؤ المثالي بالطلب على المياه في مختلف القطاعات– السكانية والزراعية والصناعية–.

تجمع جل الدراسات المعاصرة على أن المياه هي مصدر الحرب القادمة في المنطقة وأن احتمالات نشوب صراعات ونزاعات حول المياه في الشرق الأوسط تتزايد(حسين، 2003) وتظهر جلياً هذه المشكلة إذا علمنا أن المصادر العالمية للإحصاء تؤكد على أن الطلب على المياه يزداد سنوياً بمعدلات كبيرة وصلت مؤخراً إلى ثمانية أضعاف مقارنة مع أوائل القرن الماضي، وسيتضاعف ذلك مرتين قبل حلول عام 2050م؛ مما سيؤدي إلى اضطراب مائي في كافة الدول الغنية والفقيرة معاً (الصالحي، 2000).

وقد شهدت المملكة العربية السعودية في العقود الأخيرة نمواً كبيراً في الاقتصاد والتنمية وقد أدى ذلك إلى تغير نمط الحياة وطبيعتها، وأصبح استقرار السكان على الأغلب في المناطق الحضرية وفقاً لخطط التنمية التي وضعتها الدولة وقد قاد هذا إلى زيادة في الطلب على المياه في هذه المناطق ومنها مدينة تبوك، وهناك عاملان يفسران الزيادة الحالية المقلقة في الطلب على المياه في المناطق الحضرية، أما العامل الأول فهو النمو السكاني السريع، وأما العامل الثاني فهو ارتفاع متوسط استهلاك الفرد في هذه المناطق، والواقع أن متوسط النمو السكاني في دول الخليج العربي على مدى العقدين الماضيين يعتبر من بين أعلى المعدلات في العالم، ومتوسط استهلاك الفرد من المياه يوميا يتراوح بين 300 لتر و750 لتراً (البنك الدولي، 2005)، وقد شهدت العقود الثلاثة الماضية في المملكة استنزافاً للمياه الجوفية لتنفيذ خطط التنمية السابقة (وزارة الاقتصاد والتخطيط، خطة التنمية التاسعة، 2010).

ومما يزيد الأمرَ تعقيداً هو عدم وجود إدارة للطلب على المياه تكون سليمه وفاعلة وكان التركيز الحكومي على تغطية جانب العرض في عملية إنتاج المياه، وتبرز خطورة المشكلة في وجود بيانات عن المياه المنتجة إلا أن المعلومات محدودة جداً عن كلاً من المياه غير المسجله واستهلاك المياه الفعلي ومعدل استرداد التكاليف والفواقد بشتى أنواعها وهذا النقص في البيانات يبرز في حد ذاته مدى خطورة المشكلة (البنك الدولي،2005). وتكمن مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس التالي: ما توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي؟.

3.1 أسئلة الدراسة

سعت هذه الدراسة للإجابة عن التساؤلات التالية:

١. ما كمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة في مدينة تبوك للفترة 2009-2029م وكيف تؤثر معرفة كمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة على التخطيط التنموي؟

٢. ما كمية استهلاك المياه الزراعية المتوقعة في مدينة تبوك للفترة 2009-2029م وكيف تؤثر معرفة كمية استهلاك المياه الزراعية المتوقعة على التخطيط التنموي؟

٣. ما كمية استهلاك المياه الصناعية المتوقعة في مدينة تبوك للفترة 2009-2029م وكيف تؤثر معرفة كمية استهلاك المياه الصناعية المتوقعة على التخطيط التنموي؟

4.1 أهمية الدراسة

الماء هو المادة التي أودع فيها الله سبحانه وتعالى سر حياة كل مخلوق حيث جاء في القرآن الكريم **{وجعلنا من الماء كل شيءٍ حي}** (سورة الأنبياء، آية 30)، ولأن حجم المياه العذبة الصالحة للاستخدام البشري تمثل (1%) فقط من حجم المياه الكلي الذي يغطي حوالي(71%) من سطح الأرض، نشأت الحضارات القديمة حول ضفاف الأنهار وبالقرب من مصادر المياه، ومنذ القدم تعد المياه من أهم التحديات التي تواجه الإنسان العربي وحددت أماكن وجوده واستقراره، ولأن الماء العذب المتوفر أقل من حاجة الإنسان فقد أصبحت مشكلة المياه تتصدر هموم سكان العالم إذ تشير بعض الأرقام

إلى أن أكثر من خمس سكان العالم يعانون من أزمة توفر المياه العذبة والنقية (سلامة، 2006).

إن عدد السكان في المملكة العربية السعودية يزداد بصورة مضطردة، إذ بلغ عدد سكان المملكة عام 1992م 16، 948، 388 نسمة ليرتفع في عام 2004م إلى22، 678، 262 نسمة ووصل عام 2010م إلى أكثر من 27 مليون نسمة، بينما يتوقع أن يصل إلى 35 مليوناً في عام 2020م (وزارة الاقتصاد والتخطيط،2010). ومن جهة أخرى فإن إنتاج محطات التحلية في المملكة خلال الفترة 2000-2020م واستناداً إلى العمر الافتراضي لتشغيلها، سيتناقص، مما سيؤدي إلى خلل في التوازن المائي إذا لم تتخذ الإجراءات اللازمة للحفاظ على المياه (الصالحي، 2000)، وتصاعد الطلب على المياه واستهلاكه لإنجاز وتنفيذ خطط التنمية المتسارعة، والتي بدأت عام 1390هـ الموافق 1970م، وخاصةً في مجال الزراعة والدعم الحكومي من منح وقروض وتسهيلات وتأثير ذلك على تراجع مستوى مخزون المياه جعل المملكة تدرك الخطر الذي يهدد مخزون المياه الجوفية، والتقارير والدراسات التي ظهرت في بداية خطط التنمية والتي كانت تؤكد أن موارد المياه الجوفية ستكفي لمائة سنة لم تتحقق وظهرت الآثار السلبية لخطوات التنمية السريعة على موارد المياه الجوفية باستنزافها أو تلوثها وخاصةً في التنمية الزراعية (النشوان، 2006).

وبناءاً على ذلك تبرز الحاجة إلى إجراء دراسة حول توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك إحدى أهم المدن الرئيسية في المملكة العربية السعودية مع الأخذ في الاعتبار التطور والنمو الصناعي والزراعي خاصةً أنها من أكثر مدن المملكة بل وعلى مستوى المنطقة لمعدلات النمو السكاني(الربدي، 2005) حيث شهدت مدينة تبوك نمواً سكانياً وعمرانياً كبيراً، يعزى إلى عوامل عدة أهمها معدلات الهجرة المرتفعة إلى منطقة الدراسة.

وتبرز أهمية هذه الدراسة في محاولة التعرف على التوقع المستقبلي للطلب على المياه في القطاعات التنموية الأساسية (السكانية والزراعية والصناعية) وتأثيرات هذا الطلب المتوقع على الخطط التنموية المستقبلية لمدينة تبوك وفقاً لاحتياجات هذه القطاعات التنموية من الطلب على المياه بناءاً على المعلومات التاريخية لاستهلاكات هذه القطاعات في ظل هذا النمو السكاني المتزايد والخطط المستقبلية الموضوعة للقطاع

الزراعي والقطاع الصناعي في مدينة تبوك، في ظل بدء نشاط هيئة المدن الصناعية بالمدينة، والتي قامت باستقطاب وافتتاح عدداً من المصانع عام 2006م إضافةً إلى المنشآت الصناعية الموجودة في المدينة، وما تم إعلانه في خطط التنمية الخمسية ومنها: خطة التنمية السابعة (2000–2004) وَكذلك خطة التنمية الثامنة (2005–2009)، وما تم التأكيد عليه في خطة التنمية التاسعة (2010–2014) من تقنين وتحجيم النشاط الزراعي في المملكة ومنها مدينة تبوك والتي تشكل 5% من إجمالي مساحة الحبوب بالمملكة وبنحو 7% من إنتاج الحبوب، وتنتج منطقة تبوك 7.5% من إنتاج القمح بالمملكة، و23% من إنتاج المملكة من الشعير، وفي إنتاج الفواكه ساهمت منطقة تبوك بـ 4.6%، 17.6%، 15% من إنتاج المملكة من التمور والموالح والعنب للعام 2005م على الترتيب (وزارة الزراعة،2005) ، وما تسعى إليه هذه الخطط التنموية من محاولة إعادة تنظيم هذا القطاع الحيوي وذلك بهدف ترشيد استهلاك المياه وهذا التحجيم والترشيد طالَ عدداً من المحاصيل الزراعية مثل الشعير والأعلاف وكذلك القمح والذي يستهلك كميات كبيرة من المياه، وفي الوقت ذاته لا يمكن الاستغناء عن زراعته لأسباب سياسية واقتصادية معروفة. ومثل هذه الدراسة ستساعد المعنيين بالتخطيط التنموي لمدينة تبوك في وضع خطط مستقبلية سليمة واتخاذ القرارات الملائمة وفقاً لنتائج توقعات وتنبؤات مدروسة.

5.1 أهداف الدراسة

يكمُن الهدف الرئيس لهذه الدراسة في تحليل أثر توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك على التخطيط التنموي، وينبثق عنه الأهداف الفرعية التالية:

١. تزويد كلاً من واضعي الخطط التنموية وصناع القرار بالمعلومات المائية المتوقعة لكل قطاع.
٢. المساهمة في وضع خطط تنموية أكثر دقة واتخاذ القرارات اللازمة وخاصةً فيما يتعلق بإدارة الموارد المائية.
٣. محاولة إيجاد رؤية استراتيجية للتخطيط التنموي المستقبلي لمدينة تبوك اعتماداً على توقعات الطلب على المياه لكل قطاع.

٤. التعرف إلى مدى الحاجة لكل قطاع من قطاعات التنمية للبحث عن مصادر مياه إضافية لتغطية الطلب المتوقع في منطقة الدراسة.

6.1 حدود الدراسة ومحدداتها

١. اعتمدت الدراسة على المتغيرات التالية: (دليل التعداد السكاني والمساكن لمدينة تبوك، واحتياجات المياه المتوقعة، الدليل التنموي).
٢. اقتصرت الدراسة على مدينة تبوك في المملكة العربية السعودية.
٣. طبقت الدراسة خلال العام 2011م.
٤. لم تقم هذه الدراسة بمقارنة الوضع المائي في مدينة تبوك مع غيره من مدن المملكة العربية السعودية مما يعني أن نتائجها ليس بالضرورة أن تكون قابلة للتعميم على مدن سعودية أخرى.
٥. تخضع الدراسة في نتائجها لمحددات مثيلاتها من الدراسات التنبؤية في وجود نسبة للخطأ فيها كما هو متوقع.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

1.2 الإطار النظري

1.1.2 التنبؤ الإحصائي

مفهوم التنبؤ:

قدم الاقتصاديون مجموعة من التعاريف للتنبؤ، فقد عرف التنبؤ بأنه: "انتقال من حالة عدم التأكد إلى حالة التأكد والتي تشير إلى احتمالات محسوبة لأشياء متوقعة باستخدام ما لدى الإنسان من علم ومنطق ومقدرة على البحث والتحليل واستخلاص النتائج" (الشنواني، 1999: 391). كما عُرِّف أيضاً بأنه: " يمثل توقع أحداث المستقبل"، وبهذا فإن عملية التنبؤ تشمل استخدام الأساليب الإحصائية وتطبيقها على البيانات في الماضي، من أجل التنبؤ بواسطتها بالمستقبل، ويمكن بذلك تحديد الاتجاهات في المستقبل وبناءً عليه يتم التوصل إلى وضع افتراضات للفترة المستقبلية (فركوس،1995: 11). وعرف التنبؤ كذلك بأنه: "عملية عرض حالي لمعلومات مستقبلية باستخدام معلومات تاريخية بعد دراسة سلوكها في الماضي" (حشمان، 2002: 177).

مستويات التنبؤ:

تعد الفترة الزمنية التي يسعى التنبؤ إلى تغطيتها عنصراً جوهرياً في تحديد مستويات التنبؤ، حيث يقسم التنبؤ إلى قصير الأجل، ومتوسط الأجل، وطويل الأجل، وفيما يلي توضيحاً لهذه المستويات: (حسن والعطار، 2012)

١. التنبؤ قصير الأجل: يهدف هذا المستوى إلى التنبؤ خلال فترة زمنية تتراوح من ثلاثة أشهر إلى سنة، ويتصف هذا التنبؤ بدقة النتائج وسرعتها بسبب محدودية التغير في الظروف البيئية سواء الداخلية او الخارجية، بالإضافة إلى أن الأحداث المتوقع حدوثها يمكن توقعها بسهولة إلى حد ما.

٢. التنبؤ متوسط الأجل: يهدف هذا المستوى إلى التنبؤ خلال فترة زمنية تتراوح من سنة إلى ثلاث سنوات، ويعالج هذا المستوى من التنبؤ التخطيط للمستقبل على مستوى المنظمات.

٣. التنبؤ طويل الأجل: يهدف هذا المستوى إلى التنبؤ خلال فترة زمنية أكثر من ثلاث سنوات، ويستخدم لغايات التخطيط الاستراتيجي طويل الأجل.

وهذه احدى استراتيجيات التنبؤ والتخطيط المستقبلي بينما استراتيجيات أخرى تجعل الحد الأعلى للتنبؤ القصير المدى ثلاث سنوات والمتوسط سبع سنوات والطويل أكثر من خمس عشرة سنة أو خمس وعشرين سنة.

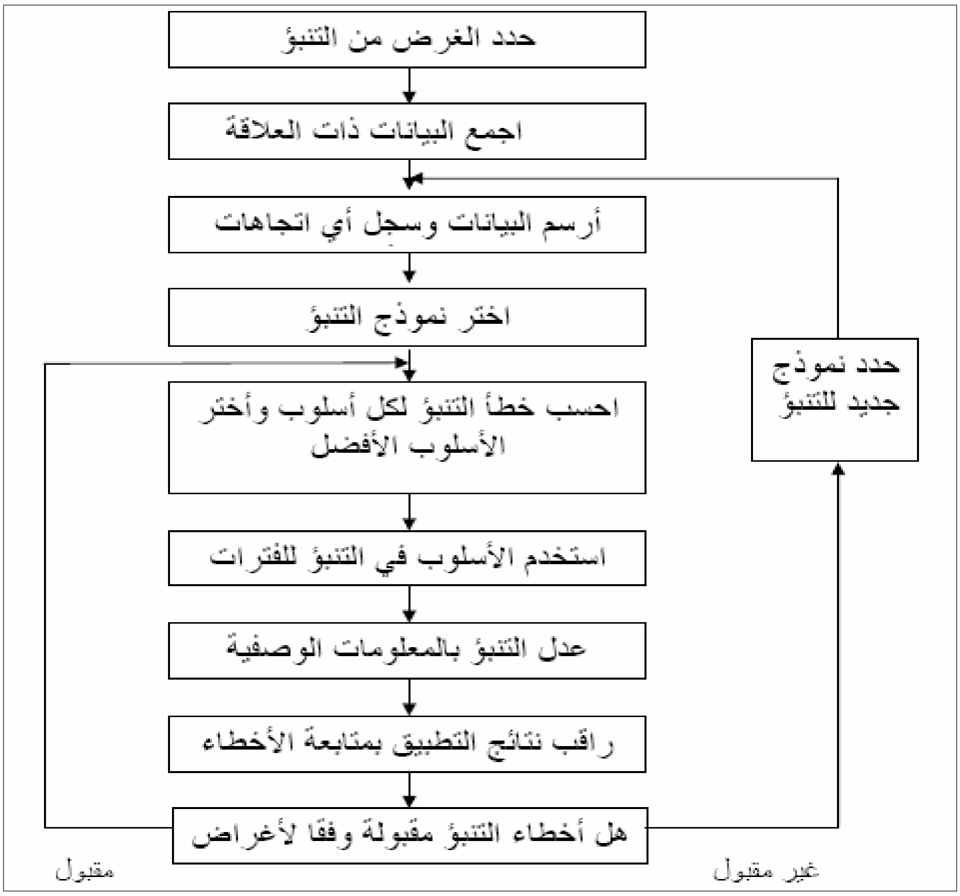
خطوات التنبؤ:

لابد من اتباع خطوات علمية محددة للقيام بعملية التنبؤ، والتي تنعكس على دقة النتائج، ولاسيما أن نتائج عملية التنبؤ يعتمد عليها في اتخاذ القرارات الاستراتيجية المناسبة، وفيما يلي عرضٌ لهذه الخطوات: (البكري، 2001).

١. تحديد الهدف من اجراء عملية التنبؤ: إن تحديد الغرض من التنبؤ يحدد طبيعة البيانات التي تحتاجها عملية التنبؤ، وتحديد من هم الذين يمتلكون تلك المعلومات.
٢. جمع البيانات التاريخية عن الظاهرة المراد التنبؤ بها.
٣. حديد نمط اتجاه البيانات من خلال استخراج رسم بياني لها، وذلك للكشف عن وجود اتجاه عام لها أو دورة معينة لها أو انها بيانات موسمية، مما يتيح ذلك من امكانية التوقع مستقبلاً، ولا بد من تنقية البيانات في حال وجود طفرات او تشوهات لها في الماضي، وهذا يهدف للوصول إلى فهم أفضل لسلوك البيانات في الماضي وتعزيز دقة التنبؤ.
٤. ختيار نموذج التنبؤ والذي يتواءم مع نمط البيانات الذي تم التوصل إليه في الخطوة السابقة.
٥. اختبار صحة نموذج التنبؤ باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، كنماذج التنبؤ العشوائية، ونماذج التنبؤ غير العشوائية.
٦. تقييم نتائج نموذج التنبؤ من خلال رصد الأداء الفعلي وتحديد خطأ التنبؤ، فإذا كان مقدار الخطأ مقبول فيمكن الاستمرار في تطبيقه، أما في حالة عدم قبول مقدار الخطأ لتجاوزه الحد المسموح به ففي هذه الحالة تظهر الحاجة إلى ايجاد نموذج تنبؤ جديد، وهنا يعاد تطبيق خطوات التنبؤ بدايةً من الخطوة الثالثة. والشكل التالي يلخص هذه الخطوات.

الشكل رقم (1): خطوات التنبؤ

المصدر: (البكري، 2001). إدارة الإنتاج والعمليات، الإسكندرية: الدار الجامعية، ص72



نموذج التنبؤ:

قُدِّمَت تعاريف متعددة لنموذج التنبؤ فقد عُرِّفَ بأنه:" مجموعة من العلاقات بين مجموعة من المتغيرات" (السيد،عباس، د.ت: 26). فهو بذلك فرض يتم صياغته للتعبير عن سلوك ظاهرة من الظواهر، فالنموذج الرياضي هو ترجمة للعلاقات النظرية بين المتغيرات إلى صورة معادلات رياضية. وعرف أيضاً بأنه:" عبارة عن صياغة للعلاقات التي تحكم الظاهرة محل البحث حتى يمكن قياس معاملاته"(عطية، 15:2000). كما عُرِّفَ النموذج بأنهُ:" مجموعة من العلاقات التي تستعمل الأدوات الرياضية، والتي تصاغ لتوضيح سلوكية أو ميكانيكية هذه العلاقات" (حسين وسعيد، 1998: 39).

ومن التعاريف السابقة يمكن ملاحظة أن نموذج التنبؤ هو نموذج رياضي إحصائي يهدف إلى تبسيط الواقع من خلال تمثيل لب العلاقات الأساسية المرتبطة

بالظاهرة محل الدراسة، فهو بذلك يصف العلاقة بين متغيرات الظاهرة محل الدراسة بصورة تجريبية ومعبّرة ودقيقة، وتعتمد النماذج الرياضية على استخدام الأساليب الإحصائية أو النمذجة بالمحاكاة.

بناء نموذج التنبؤ

من أجل بناء نموذج تنبؤي يعكس العلاقات المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة، لابد من اتباع خطوات علمية محددة للوصول إلى نموذج يمتاز بالدقة والبساطة والوضوح، وفيما يلي عرضاً لهذه المراحل:

المرحلة الأولى: تحديد النموذج التنبؤي

ويهدف تعيين النموذج التنبؤي إلى صياغة العلاقات المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة بصورة رياضية، تسمح بقياس متغيراتها باستخدام الأساليب الإحصائية، وتتضمن هذه المرحلة الخطوات الآتية:

١. تحديد متغيرات النموذج: وتحدد المتغيرات المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة بالاعتماد على مصادر متعددة، ومن اهم هذه المصادر الدراسات السابقة ذات الصلة بالظاهرة محل الدراسة.
٢. تحديد الشكل الرياضي للنموذج: ويقصد بهذه الخطوة تحديد عدد معادلات النموذج ونوعها ودرجتها، (معادلة واحدة أو أكثر؛ خطية أو غير خطية؛ كثيرة حدود او غيرها؛ درجة تجانس كل معادلة).
٣. تحديد التوقعات القبلية: تحديد توقعات قبلية عن إشارة أو حجم معلمات العلاقة المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة بالاعتماد على مصادر المعلومات السابقة، وتعد التوقعات القبلية مهمة لمرحلة ما بعد التقدير، حيث يتم اختبار المعلمات المقدرة من خلال مقارنتها مع التوقعات القبلية.

المرحلة الثانية: تقدير معلمات النموذج (Estimators)

إنَّ المرحلة السابقة هَدَفَت إلى صياغة العلاقات المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة بصورة رياضية بالاعتماد على بيانات واقعية في تقدير معلمات النموذج، ولابد من تحديد المقدرات (Estimators) لمعلمات النموذج، ويتم ذلك من خلال الخطوات التالية:

١. تجميع البيانات: إذ لا بد من تجميع البيانات المتعلقة بالمتغيرات التي يتضمنها النموذج، وقد تظهر البيانات بأشكال متعددة فقد تكون بيانات سلسلة زمنية: مرتبة في شكل متسلسل زمنياً؛ أو بيانات قطاعية: مرتبة في شكل قطاعات؛ أو بيانات سلسلة قطاعية: مرتبة في شكل زمني وفقا لقطاعات معينة؛ أو بيانات تجريبية: مصدرها تجارب باحثين؛ أو غيرها من مصادر البيانات المختلفة.

٢. حل مشكلات تجميع البيانات: وتظهر هذه المشكلات من طبيعة البيانات المتوفرة عن الظاهرة محل الدراسة، فقد تكون هناك حاجة لمعلومات سنوية عن الظاهرة محل الدراسة في حين المعلومات المتوفرة فصلية فقط. ولحل هذه المشكلات قد يتم استخدام المتوسط الحسابي البسيط أو المتوسط الحسابي المرجح أو أي طريقة رياضية أخرى مناسبة.

المرحلة الثالثة: تقييم المعلمات المقدرة بالنموذج

تأتي هذه المرحلة بعد الانتهاء من المرحلة السابقة في تقييم المعلمات المقدرة للنموذج، وتحديد مدلول هذه المعلمات، ولتحقيق ذلك لا بد من الاحتكام لإحدى المعايير التالية:

١. المعايير الاقتصادية: ويعتمد على مبادئ النظرية الاقتصادية، والمتعلقة بإشارة وحجم المعلمات المقدرة، فإذا لم تتوافق المعلمات المقدرة مع ما تقرره النظرية مسبقاً، ترفض المعلمات المقدرة.

٢. المعايير الإحصائية: وترتبط هذه المعايير باختبارات الرتبة الأولى لاختبار مدى الثقة الإحصائية في التقديرات الخاصة بمعلمات النموذج، ومن أهمها معامل التحديد و مستوى المعنوية.

٣. المعايير القياسية: وترتبط هذه المعايير باختبارات الرتبة الثانية، وتهدف إلى التأكد من الافتراضات التي تقوم عليها المعايير الإحصائية ما إذا كانت مطبقة في الواقع أم لا. فإذا كانت الافتراضات واقعية هذا يعطي المعلمات المقدرة صفات مميزة من أهمها عدم التحيز والاتساق والعكس صحيح، وقد تؤدي إلى عدم صلاحية المعايير الإحصائية، ولذا تستخدم المعايير القياسية لاختبار المعايير الإحصائية، لذا تسمى باختبارات الرتبة الثانية.

المرحلة الرابعة: تقييم النموذج

وتعد هذه المرحلة من أهم المراحل، وتهدف إلى تقييم النموذج، ومدى عكسه للواقع، ويعتمد على المعايير التالية في تقييم النموذج:

١. مطابقة النموذج للظاهرة على أرض الواقع، بحيث يصف النموذج الظاهرة بشكل صحيح ودقيق.
٢. قدرة النموذج على توضيح العلاقات الواقعية، بحيث يكون متناسقا مع السلوك الفعلي لمتغيرات الظاهرة التي تحدد العلاقة بين هذه المتغيرات.
٣. قدرة النموذج على التنبؤ، بحيث يعطي تنبؤات مقبولة للقيم المستقبلية لمتغيرات النموذج المعتمدة.
٤. بساطة النموذج، بحيث يظهر النموذج العلاقات المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة بكل بساطة ووضوح ودقة. (عطية، 2000؛ حسين وسعيد، 1998).

السلاسل الزمنية كنموذج من نماذج التنبؤ

تستخدم السلاسل الزمنية كنموذج من نماذج التنبؤ في حال عدم توفر معلومات كافية عن المتغير أو المتغيرات المفسرة للظاهرة، وتستخدم **السلاسل الزمنية** بالاعتماد على متغير الزمن كعامل مستقل لتحديد وتفسير الظاهرة محل الدراسة من خلال استخدام دالة الاتجاه العام. أو بالاعتماد على قيم المتغير محل الدراسة لفترات ماضية، أي تتبع سلوكه في الماضي لتحديد وتفسير قيمه المستقبلية باستخدام المتوسطات الحسابية المتحركة (Moving Average). وبناءً على ذلك تستخدم السلاسل الزمنية في حال عدم وجود علاقة سببية بين المتغيرات، أو في حالة عدم توفر المعطيات الكافية حول المتغيرات المستقلة (شقير وآخرون، 2000).

مفهوم السلسلة الزمنية:

قُدِّمَت العديد من التعاريف للسلسلة الزمنية فقد عُرِّفَت بأنها:"مجموعة مشاهدات حول ظاهرة ما أخذت بترتيب زمني معين، عادة ما يكون فيه تساوي الفترات الزمنية كالساعات، أو الأيام، أو الأشهر، أو السنوات" (منصور وصبري،2:2000). و عُرِّفَت أيضاً بأنها:" سلسلة من الأرقام والقيم المسجلة حسب الزمن كالسنوات أو الفصول أو الأشهر أو الأيام، أو أية وحدة زمنية" (البلداوي،561:1997)، فهي بذلك عبارة عن سجل تاريخي متتالي يتم إعداده لبناء التوقعات المستقبلية. و عُرِّفَت كذلك بأنها:"السلسلة

التي تحتوي على عدد من القياسات لمتغير ما عند نقاط زمنية مختلفة"(عطية، 21:2000)، وهي بذلك تصف سلوك المتغير عبر الزمن. كما عُرِّفَت بأنها:" مجموعة من القيم المتتالية منظمة خلال فترة زمنية معينة، وهذه المشاهدات يتم تسجيلها خلال الفترة حسب فترات زمنية متتالية، وعادة ما تكون هذه الفترات الزمنية متساوية" (نصيب،: 2004 37).

ومن هذه التعاريف يمكن الاستنتاج بأن السلسلة الزمنية تمثل مجموعة من القراءات أو المشاهدات المتعلقة بظاهرة معينة خلال فترات زمنية سابقة ومتتالية ومتساوية، فيها الجانب المعتمد على التتابع الزمني والجانب المعتمد على العشوائية، مما يجعل فعالياتها الإحصائية مركبة.

تحليل شكل السلسلة الزمنية:

عند رسم البيانات المرتبطة بالظاهرة محل الدراسة بيانياً، فإنها تأخذ شكلا مميزاً، يمكن من خلاله الحكم على سلوك الظاهرة خلال الزمن (الفترة الماضية)، وفيما يلي عرضاً لأشكال السلسلة الزمنية:

١- **الاتجاه العام:** يشير الاتجاه العام إلى الحركة المنتظمة للسلسلة عبر فترة زمنية طويلة نسبياً، ويعتمد عليه في بناء التوقعات المستقبلية، فهو يعكس تطور السلسلة في المدى الطويل، وقد يكون الاتجاه العام متزايداً إذا تزايدت قيم الظاهرة عبر الزمن، أو قد يكون متناقصاً إذا تناقصت قيم الظاهرة عبر الزمن. هذا ويأخذ الاتجاه العام شكل الخط المستقيم أو شكل منحنى. وبناءً على ذلك فإن الاتجاه العام قد يأخذ شكلاً خطياً، وبالتالي فإن الزيادة من فترة إلى أخرى قد تكون ثابتة أو قد يأخذ شكلا غير خطي ومن ثم فإن الزيادة تكون بنسب مئوية ثابتة من فترة زمنية إلى أخرى (حسن والعطار، 2012).

٢- **الموسمية (الفصلية):** تشير الموسمية إلى التغيرات الموسمية أو الفصلية الناتجة عن التغيرات في الفصول بسبب تأثير عوامل خارجية، وغالباً تكون هذه التغيرات منتظمة في شكل دورات لا يزيد طولها عن السنة، فقد تكون أسبوعية أو شهرية أو فصلية فهي تمثل التغيرات المتشابهة التي تظهر في الأسابيع أو الأشهر أو الفصول المتناظرة خلال الفترات الزمنية المختلفة (البلداوي، 1997).

٣- **الدورية:** تشير الدورية إلى التغيرات التي تحدث على السلسلة الزمنية بصورة زمنية منتظمة أو غير منتظمة ويزيد مداها عن سنة وتقيس هذه التغيرات فترة أو دورة التغير لقيم السلسلة كدورة الحياة ويجب أن يحدث تكرار لهذه التغيرات الدورية (نصيب، 2004).

٤- **العشوائية غير المنتظمة:** وتشير إلى التحركات المفاجئة في السلسلة الزمنية نتيجة للعوامل العشوائية مثل الزلازل والبراكين والأوبئة والحروب والإضرابات وغيرها، والتي لا يمكن التنبؤ بها نتيجة للعشوائية، فهي تحركات عرضية تطرأ على السلسلة الزمنية خلال فترة زمنية معينة نتيجة للصدفة. كما أنها تذبذبات أو تغيرات غير منتظمة عادةً ما تكون تابعة لأحداث مرتبطة باحتمالات حدوث ضعيفة جداً، وهي بذلك لا تقع في المدى الطويل، وبالتالي يصبح من غير الممكن معالجة السلسلة الزمنية بالأساليب الإحصائية الاعتيادية لإزالة أثر العوامل العشوائية (حسن والعطار، 2012).

٥- **التغير المفاجئ:** قد يحدث في السلسلة الزمنية ارتفاع أو انخفاض مفاجئ لأسباب موضوعية تحدث فجأةً في فترة زمنية محددة.

2.1.2 إدارة الطلب على المياه

تزويد المدن والتجمعات السكنية الحضرية بالمياه الصالحة للشرب وكذلك توفير المياه في هذه المدن لاستخدامها في القطاعين الزراعي والصناعي يعد من أهم العوامل التي تساهم في النمو الاقتصادي والاجتماعي ولذلك فإن الموارد المائية من أهم الموارد التي لها تأثير في نمو هذه المدن والتجمعات.إلا أن هناك استعمال غير مدروس وبطرق غير مثلى لهذه الموارد المائية وهذا مما قد يسبب تأثيرات سلبية على هذا النمو وتظهر هذه السلبيات مع تقدم الزمن.

وفي أولويات عملية التنمية احتلت المياه دوراً ثانوياً وذلك للاعتقاد الذي ساد سابقاً بأن الموارد المائية إنما هي موارد طبيعية غير محدودة وغير قابلة للإستنزاف فهي بذلك يمكن استعمالها دون قيود أو ضوابط تشريعية أو علمية. إلا أن النمو السكاني والاستهلاك المتصاعد للمياه والطلب المتزايد عليه في مختلف القطاعات التنموية التي شهدت تطوراً سريعاً ساهمت في تغيير هذا الاعتقاد والمفاهيم المتعلقة بموارد المياه، مما

أدى إلى نشوء تصورات جديدة تطورت مع الوقت إلى قناعة راسخة بأن الموارد المائية محدودة وقابلة للاستنزاف وأنه لابد من إدارة متكاملة للموارد المائية(1995، Savanije).

ولما شهدته المملكة العربية السعودية من تزايد في عدد السكان قابله استهلاك متزايد لموارد المياه لتلبية متطلبات خطط التنمية الخمسية لمواكبة هذا التزايد السكاني والتطور المتسارع في البلد وتغير النمط المعيشي مع محدودية هذه الموارد، مما كان له أثر كبير في استنزاف موارد المياه للمملكة، وكذلك خفض جودة ومستوى المياه الجوفية وتلوثها(النشوان، 2006) لذلك لابد من اتخاذ جميع الاجراءات والحلول في إدارة الطلب على المياه في جميع القطاعات المستهلكة لها.

ولإدارة الطلب على المياه العديد من التعاريف منها " التخطيط والتطوير والتنسيق بين جميع القطاعات المستخدمة للمياه بمن فيها وأهمها المستهلكون لها. مع الأخذ في الحسبان الأبعاد البيئية والاقتصادية والفنية والسلوكية، بغرض الاستخدام الأمثل للمياه وعدم الإسراف فيها" (الزهراني، 2010) ومن التعريفات بإدارة الطلب على مياه الشرب بأنها " تأمين مياه الشرب بنوعية جيدة للمستهلك، بأقل ما يمكن من الفواقد في الشبكة، آخذين بالحسبان تحقيق التوازن بين الاستهلاك والمتاح من هذه المياه" (زينو، 2005).
ويمكن تنفيذ برامج إدارة الطلب على المياه باستخدام الوسائل غير الاقتصادية بشكل مباشر مثل تخفيف الفواقد في شبكات المياه، والترشيد في استخدام المياه عن طريق حملات التوعية، وخفض معدلات النمو السكاني عن طريق تنظيم الأسرة، أو باستخدام الوسائل الاقتصادية، والتي تشمل استرداد كلفة تشغيل المشاريع وصيانتها من المستهلك، واستخدام سياسة الشرائح التصاعدية المرتفعة للاستهلاكات الكبيرة في التعرفة(2002، Faruqui. Beswas & Bino) .

مصادر عدم التأكد على الطلب على المياه

(Sources Of Uncertainties)

تعزى مصادر عدم التأكد إلى الأسباب التي تؤدي إلى زيادة عوامل عدم التأكد في الحالة المتوقعة للنظام المائي المراد دراسته (2006، Mannina et al). وعوامل عدم التأكد المتوقفة على التنبؤ المستقبلي للطلب على المياه هي على النحو التالي:

أ- **التغير المناخي (Climate Change)**

تقلب المناخ وتغيره يؤثر على الطلب على المياه، فهو يؤثر على الجريان السطحي للمياه أو تطرف درجات الحرارة، وتعد المصادر المختلفة من عوامل عدم التأكد الناجمة عن تغير المناخ مثل: درجات الحرارة المستقبلية، ووقت سطوع الشمس، وسرعة الرياح، والرطوبة النسبية، ومعدل الرشح، ومعدل الرطوبة في التربة، ذات تأثير بارز على استهلاك المياه في المستقبل. كما يمكن أن يكون للأحداث المتطرفة كالجفاف أو الفيضانات تأثير كبير على الطلب في المستقبل. ومن ناحية ثانية، فإن التنبؤ بتغير المناخ في المستقبل في حالات عدم التأكد تقدم العديد من السيناريوهات مثل تلك السيناريوهات التي توضح الكيفية التي سيكون عليها المناخ في المستقبل كالانبعاثات الحرارية والعوامل الطبيعية والتقلبات المناخية، وتعود حالات عدم التأكد هذه إلى المعرفة غير المكتملة أو المعلومات غير المعروفة التي يتم الارتكاز عليها كمياً في عملية التنبؤ(Berliner، 2003)

ب- النمو السكاني (Population Growth)

يتأثر التحضر والنمو السكاني بمجموعة من العوامل الاقتصادية والسياسية والاجتماعية، وترتكز الأساليب التقليدية للتنبؤ على الزيادة السكانية. بينما الاتجاهات المستقبلية بالنسبة للمواليد والوفيات والهجرة وهي المكونات الأساسية للنمو السكاني لا يمكن التبؤ بها، ويمكن أن يتأثر النمو السكاني المستقبلي بمعدلات الولادة والوفيات أو الهجرة المتعلقة بالتطورات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والتكنولوجية والعلمية، ولا يتوفر معرفة كافية متعلقة باحتمال تأثير الأمراض الجديدة على زيادة معدل الوفيات في المستقبل، كما لا يتوفر معرفة كافية أيضاً فيما يتعلق بتأثير الهجرة نحو البلدان الصناعية على تسريع أو تهدئة ذلك المعدل (O'Neill et al.، 2001) وبالتالي الارتكاز على الزيادة السكانية في الأساليب التقليدية للتنبؤ جعل النمو السكاني أحد عوامل عدم التأكد في التنبؤ المستقبلي للطلب على المياه.

ج- التغيرات الاجتماعية – الاقتصادية (Socio-economic Changes)

توجد هناك علاقة ارتباط قوية بين استهلاك المياه والتغيرات الاجتماعية-الاقتصادية، ومن الأمثلة على ذلك تغيير نمط الحياة وتغيير نوع السكن ومستوى التعليم وحجم الأسرة، والتنمية والرخاء الاقتصادي وفرص العمل وسعر المياه، وهذا ما أوضحته العديد من الدراسات في هذا المجال(Bradley، 2004) ، وتتوقف عملية التنبؤ على

الطلب على المياه في المنطقة المراد دراستها على وصف وتحديد هذه التغيرات من ضمن عوامل عدم التأكد.

3.1.2 الموارد المائية التقليدية في المملكة العربية السعودية

تنقسم الموارد المائية التقليدية إلى مياه سطحية ومياه جوفية:

أ- **المياه السطحية**

لا يوجد في المملكة العربية السعودية كغيرها من دول الخليج العربي مياه سطحية دائمة الجريان، وإنما تجري المياه في الأودية خلال مواسم الأمطار وبعض هذا الجريان فيضي وبعضه يساهم في تغذية جريان الأساس لفترات متفاوتة في مختلف الوديان، ويستفاد من نوعي الجريان في الري الموسمي وتغذية الخزانات الجوفية بالمياه طبيعياً أو اصطناعياً من خلال مشروعات تنفَّذ لهذه الغاية. وقد تم إنشاء 223 سداً مختلفة الأغراض والأحجام في المملكة تبلغ طاقتها التخزينية 835.6 مليون متر مكعب بغرض تجميع المياه السطحية والاستفادة منها(وزارة الاقتصاد والتخطيط، خطة التنمية الثامنة، 2005).

ب- **المياه الجوفية**

تمتلك المملكة العربية السعودية ستة خزانات جوفية كبيرة من الصخر الرملي والصخر الجيري، وتهيمن الصخور الرملية في الأجزاء السفلى و الوسطى من سلسلة الخزانات المتعاقبة، بينما تهيمن الصخور الجيرية في الخزانات الأعلى أو الأصغر عمراً، وكل خزان منها شاسع المساحة، ويمتد عدد منها من الحدود الشمالية باتجاه الجنوب إلى منطقة الربع الخالي، وباتجاه الشرق من المنطقة الوسطى حتى الخليج، وفي معظم مناطق البلاد، توجد عدة خزانات متراكبة فوق بعضها البعض(البنك الدولي، 2005).

وعند تتبع مصادر تكون المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية نجد أن السبب الرئيس لنشوء التكوينات الرئيسة والثانوية الحاملة للمياه ليس الأمطار التي نشهدها اليوم بمعدلاتها المتدنية وإنما هناك فترات مطيرة ذات أمطار غزيرة مرت على المملكة العربية السعودية عرفت بـ (العصور المطيرة) قدرت أمطارها بخمسة أضعاف ما عليه الأمطار اليوم(عبده وجادالله، 1998)، أدت إلى تخزين كميات ضخمة من المياه

الجوفية في طبقات الصخور الرسوبية المتمثلة في الرف العربي الذي يغطي 70% من مساحة المملكة العربية السعودية، والحركات التي تعرضت لها المملكة في أواخر الزمن الجيولوجي الثالث خلال الميوسين (Miocene) والبلايوسين (Pliocene) ساهمت في زيادة كفاءة تخزين المياه الجوفية على اختلاف مستوياتها في الرف العربي، ونتج عن هذه الحركات التواء بعض الطبقات الرسوبية، وتشكَّل بسبب هذا الالتواء عدد من الطيات إما بتقعرها أو تحدبها، وأدى كذلك إلى انفلاق بعض الصدوع والأخاديد على طول الطبقات الرسوبية للرف العربي مما سهل وصول المياه إلى الطبقات الجوفية والاستقرار فيها(النشوان، 2006).

وهناك مخزونان رئيسيان من المياه الجوفية في تبوك يمكن الاستفادة منهما(وزارة المياه والكهرباء، مديرية مياه تبوك، 2004)الأول مخزون المياه في المدينة نفسها والمأهولة بالسكان، والمخزون الثاني مايعرف بحوض الديسة(حوض الديسي) وهو حوض مشترك مع الأردن، ويجري تنفيذ مشروع ضخم للاستفادة من هذا المخزون لتغذية مدينة تبوك وإمدادها بالمياه.

2.2 الدراسات السابقة

تنوعت الدراسات حول موضوع البحث في جزئه المرتبط بالمياه والطلب عليها والتبؤ بمستقبلها سواءاً في المنطقة العربية أو المناطق الأجنبية وسنحاول في هذا الجزء من دراستنا أن نركز على نوعي الدراسات السابقة العربية والأجنبية وذلك على النحو التالي:

1.2.2 الدراسات العربية

أجرى(العنانزة، 1999) دراسة بعنوان:" **استهلاك المياه في محافظة الكرك: الحاضر والمستقبل**"، هدفت إلى التعرف إلى أنواع المصادر المائية المستهلكة والإمكانيات المتاحة منها في محافظة الكرك وإلى توقع عدد السكان المستقبلي وتوقع الإحتياجات المائية لسكان المحافظة وتقدير العجز أو الفائض في الموارد المائية لمنطقة الدراسة مع اعتبارها نموذج مصغر للوضع المائي في الأردن، واتبعت الدراسة استخدام الإحصاء الوصفي في تصنيف مصادر المياه المتاحة وتحليلها وعرضها في جداول وكذلك توقع أعداد السكان في المحافظة حتى عام 2025م مع اعتبار سنة الأساس هي عام

1994م ومعدل نمو سكاني 3.6% سنوياً، ومن ثم حساب الاحتياجات بناءاً على المعدل المقترح لكل فرد من قِبَل وزارة المياه والري وهو 67.5م3/سنة/فرد، وقد تبين أن كميات المياه المنتجة للأغراض البشرية في المحافظة تقدر بحوالي 11.86م م3 عام 1997م، وجميعها مياه جوفية من الآبار والينابيع، وتوقعت الدراسة أن يصبح عدد سكان المحافظة عام 2025م حوالي 577,517 نسمة بعد أن كان حوالي 169,552 نسمة عام 1994م. إضافةً إلى ذلك وبناءً على الكمية المنتجة في عام 1997م توقعت الدراسة أن محافظة الكرك ستواجه عجزاً في الموارد المائية يقدر بحوالي 23,04 م م3 على اعتبار أن معدل الاستهلاك يبلغ 67,5 م3/سنة/ فرد، وعزت الدراسة زيادة الطلب على المياه في منطقة الدراسة إلى التزايد المستمر في عدد السكان مع ارتفاع مستوى المعيشة وازدياد الوعي الصحي وكذلك توجه الأهالي المتزايد نحو المشاريع الزراعية، وفي حال تطوير وزيادة الكميات المنتجة من الموارد المائية السطحية والجوفية في محافظة الكرك حسب الإمكانيات الكامنة، فإنه يتوقع تحقيق فائض بكمية تزيد على 40 م م3 سنوياً. وأوصت الدراسة بالعمل على تقليل فواقد الشبكة والتأكيد على استغلال الأمطار الساقطة ببناء السدود والحصاد المائي وحماية المصادر المائية من التلوث من خلال التوسع في إنشاء شبكات الصرف الصحي ومعالجة المياه العادمة.

ونلحظ أن هذه الدراسة تتعلق بمدينة من المدن العربية وهي مجاورة لمنطقة الدراسة الحالية في دولة جارة لدولة مدينة منطقة الدراسة، ولكن الظروف السكانية والمدنية والاقتصادية مختلفة بين المدينتين مما سيفيد الباحث في المنهج المتبع في الدراسة أكثر من فائدته من المعلومات المقدمة في الدراسة.وتختلف هذه الدراسة عن دراستنا باكتفائها باستخدام الأسلوب التقليدي في التوقع وعدم استعمال نماذج التنبؤ العشوائية الإحصائية المتقدمة.

وأجرى (الغامدي وقطب، 2003) دراسة بعنوان: "**تقدير التسربات من شبكات توزيع المياه التي تعمل بنظام المناوبات**"، هدفت إلى التعرف على طرق تقدير التسربات في شبكات توزيع المياه في منطقة مكة المكرمة وتحديد المناطق ذات التسربات العالية، وقد تم دراسة (7) مناطق؛ أربع منها في الأحياء القديمة وثلاثة في الأحياء الحديثة، وقد توصلت الدراسة إلى ما يلي:

١. أن متوسط الضغط التشغيلي لمناطق الدراسة يتراوح بين 2.42 بار و236 توصيلة.

٢. أن متوسط نسبة التسربات في مناطق الأحياء الحديثة 12.13%، أما مناطق الأحياء القديمة فبلغ متوسط التسربات 46.24%، والمتوسط العام لجميع المناطق 31.62%.

٣. ارتفاع نسبة الفاقد من مياه الشبكة نتيجة للتسربات.

إنَ هذه الدراسة تلقي ضوءا على كمية التسرب في مياه الشبكات في مدينة من مدن المملكة وهذه الدراسة تساعد في تقدير أسباب هذا التسرب وكيفية معالجة هذه المشكلة مستقبلاً في المدينة الهدف مكة المكرمة أو غيرها من مدن المملكة وليست تبوك من ذلك ببعيده.

أجرى (أبو الفتوح، 2003) دراسة بعنوان: "**محددات الطلب على المياه للأغراض المنزلية: دراسة تحليلية لمنطقة الرياض والمملكة العربية السعودية**"، هدفت إلى استكشاف وتحليل محددات الطلب على المياه للأغراض المنزلية، وكيفية تأثير تلك المحددات على استهلاك المياه لترشيد الطلب عليها، وقد أجريت الدراسة على منطقة الرياض وعلى مستوى المملكة العربية السعودية كلها، وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج من أهمها:

١. هناك محددات اقتصادية وطبيعية تؤثر في الطلب على المياه تتمثل في سعر المياه وحجم الدخل، وأسعار السلع الأخرى، وحجم السكان والتوسع العمراني، ومعدلات الأمطار ودرجات الحرارة.

٢. أن المحددات الرئيسة للطلب على المياه للأغراض المنزلية تتفق على مستوى المنطقة(الرياض) وعلى مستوى المملكة، وتتمثل في الأسعار وأسعار السلع الأخرى، وعدد السكان والتوسع العمراني.

وتعد هذه الدراسة من الدراسات الجيدة التي يمكن الركون إلى نتائجها عند دراسة مدينة تبوك مائياً مع العلم أن الدراسة اكتفت بجانب واحد من جوانب المشكلة المائية وهي المياه المستخدمة في الاستعمال المنزلي فقط.

أجرى (غانم والرويس، 2004) دراسة بعنوان: "**التركيب المحصولي الراهن والمقترح في ضوء اعتبارات الأمن المائي بالمملكة العربية السعودية**"، هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على استخدامات الموارد المائية في الأغراض المختلفة وتحديد نمط التركيب المحصولي المقترح في ضوء اعتبارات الأمن المائي ومقارنته بالتركيب

المحصولي السائد في مناطق الإنتاج الزراعي بالمملكة خلال الفترة ١٩٩٥-١٩٩٨م.وكانت مشكلة الدراسة تدور حول حدوث هدر واضح في الموارد المائية والأرضية والرأسمالية نتيجةً لإستراتيجية تحقيق الأمن الغذائي عن طريق الاكتفاء الذاتي دون العمل على التخصيص الأمثل للموارد، ولتحقيق هدف الدراسة قام الباحثان بدراسة عدد من الأهداف الفرعية منها تحديد نمط التركيب المحصولي المقترح في ضوء اعتبارات الأمن المائي ومقارنته بالتركيب المحصولي السائد في مختلف مناطق الانتاج بالمملكة-ومنها منطقة تبوك- خلال الفترة ١٩٩٥-١٩٩٨م، واعتمدت هذه الدراسة في تحقيق أهدافها على كل من التحليل الإحصائي والرياضي المتمثل في البرمجة الخطية وتحليل الحساسية للموارد والعائد النقدي لكمية المياه اللازمة للوحدة الأرضية (الهكتار). ونتج عن هذه الدراسة حساب متوسط الانتاجية والاحتياجات المائية للهكتار الزراعي والعائد الفيزيقي والنقدي للموارد المائية المستخدمة في كل من المزارع التقليدية والمتخصصة في المملكة خلال الفترة ١٩٩٥-١٩٩٨م. وهذا أفاد دراستنا في التعرف على الكميات التي تحتاجها المنتجات الزراعية حيث أن البيانات المتاحة لمنطقة الدراسة من الجهات المعنية بالقطاع الزراعي لا تتضمن كميات المياه المستخدمة للقطاع وإنما تضمنت كميات الانتاج الزراعي والمساحات المزروعة بالهكتار.

أما دراسة (النشوان، 2006) بعنوان: "**أثر التنمية في موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية**"، والتي هدفت إلى عرض أهم الآثار التي طالت موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية بسبب تنفيذ خطط التنمية الخمسية من عام 1970م إلى عام 2005م، خاصةً ما يتعلق منها بالتنمية الزراعية والحضرية، وقامت بعرض أهم المراحل التي مرت بها موارد المياه الجوفية في المملكة واستعراض وضعها في الوقت الحالي وقد توصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها:

١. بدء استنزاف موارد المياه في المملكة العربية السعودية منذ بداية خطط التنمية عام 1970م.
٢. أن التنمية أثرت في موارد المياه الجوفية من ناحية تلوث مياهها، وخفض مستواها وجودتها.
٣. أن المياه الجوفية فقدت خاصية ضغطها البيزومتري الذي كان قبل الاستنزاف، وذلك لانخفاض مستوياتها.

هذه الدراسة أيضا تعد مرجعاً جيداً لدراستنا رغم تركيزها على جانب المياه الجوفية فقط و تأثير خطط التنمية عليها خاصةً الاستهلاك الزراعي، ويمكن من خلال ما توصلت إليه الدراسة من نتائج معرفة سلوك استهلاك القطاع الزراعي ومدى الحاجة إلى التحكم في الطلب المتوقع على المياه في هذا القطاع المهم في خطط التنمية.

وأجرى (آل الشيخ، 2006) دراسة بعنوان: "**حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية**"، والتي هدفت إلى التعرف على أهمية حصاد مياه الأمطار والسيول للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، وأشارت الدراسة إلى أن التجربة السعودية في حصد وخزن مياه الأمطار والسيول أظهرت إمكانية الاستفادة القصوى من الهطول المطري المتقطع والغزير في أغراض متعددة منها سقي الماشية وقيام بعض الزراعات التي تساهم في منع انجراف التربة وتحسين البيئة بالإضافة إلى تخفيف العبء الاقتصادي عن كاهل المواطن والدولة بإنشاء مجمعات عمرانية جديدة تعتمد على تربية المواشي والزراعة. وتوصي الدراسة بأهمية نشر تقنية حصاد المياه بالمملكة لما لها من فوائد اقتصادية واجتماعية لا يمكن إغفالها.

هذه الدراسة تغطي جانباً أخراً من جوانب دراستنا وهو تقديم المقترحات للإسهام في الخطط التنموية في حال تأثر أي من قطاعات التنمية محل الدراسة بالطلب المتوقع ومكملاً لدراسة(النشوان، 2006) التي ركزت على المياه الجوفية إذ ركزت هذه الدراسة على المياه السطحية.

2.2.2 الدراسات الأجنبية

أجرى أرشيبالد Archibald)، (1983 دراسة بعنوان:" **(Forecasting Water Demand – A Disaggregated Approach)**"، هدفت إلى إيجاد أساليب بديلة للتنبؤ بالطلب على المياه الصالحة للشرب، واعتمدت الدراسة على بيانات تستند إلى حساب معدلات استهلاك المياه المخصصة للاستخدامات المنزلية والصناعية، واستمرت الدراسة على فترة 3 سنوات، واستخدمت فيها معلومات مفصلة تم تنقيحها وتتعلق بتنبؤ الطلب على إمدادات المياه الصالحة للشرب خلال فترة 20 سنة ماضية ضمن سلطة مياه سيفرن ترنت في إنكلترا، وتمثلت المشكلة الرئيسة في صعوبة

التنبؤ بالطلب على المياه نظراً لتعدد الاستخدامات وتفاوت معدلات نمو الطلب على المياه كما وجد تعقيد آخر متمثل في نمو إعادة تدوير المياه المخصصة للصناعة. واعتمدت إجراءات الدراسة على إجراء مقابلات لعينة من المنازل بلغ عددها (1956) منزلاً تقع في مدينة مانزفيلد (Mansfield) بانجلترا، وتم فيها حصر جميع مكونات استهلاك المياه (غسالة الصحون، غسيل السيارة، المرحاض، الدش، ري المزروعات، ... الخ) في تلك المنازل ومن ثم توزيع حزمة من بطاقات التدوين اليومي لاستهلاك المياه من قبل أفراد كل منزل، وبلغ عدد المنازل التي استجابت بشكل كامل للإجراءات 853 منزلاً، وقد استند تنبؤ الطلب على المياه على حساب معدلات الاستهلاك (حجم المياه الذي يستهلكه الفرد X التعداد) . وتوصلت نتائج الدراسة إلى اقتراح نموذج بسيط للتعبير عن العلاقات بين كميات المياه المستهلكة لدى الأسر متوسطة الحجم مقابل كل مكوَن استهلاك والعوامل المحددة لذلك المكوَن، كما أوضحت النتائج أن هذه الطريقة المركبة المقترحة في هذه الدراسة يعتقد بأنها أكثر جدوى وثباتا لعملية التنبؤ من الطريقة الاستكشافية التقليدية كما تسعى لاستبدالها.

تعد هذه الدراسة من الدراسات الهامة جدا في بناء طريقة موثوق بها للتنبؤ بالطلب على المياه وقد أغفلت الجانب الزراعي واهتمت بالجانبين المنزلي والصناعي وهي غير محددة بمكان إذ نتائجها يمكن تعميمها إلى حد ما.

وأجرى كل من ليو سافينيجو وزو (Liu، Savenije & Xu، 2003) دراسة بعنوان:" **(Forecast of water demand in Weinan City in China using WDF–ANN model)**"، هدفت إلى دراسة الاستخدام المنزلي للمياه باعتباره العنصر الأهم لاستهلاك المياه في المناطق الحضرية، واقترحت الدراسة تقنية نسبية جديدة للشبكة العصبية الصناعية ANN (نظام محوسب مستلهم من علم البيولوجي) من أجل نمذجة وتنبؤ الطلب على المياه WDF في المناطق الحضرية، واستخدمت الدراسة ثلاثة طبقات من نموذج ANN تتكون من متغيرات سعر المياه، ودخل المنزل، وحجم الأسرة في المنزل، أما مخرجات النظام فتمثلت في كل من الطلب على المياه والمعدل اليومي لاستهلاك المياه/فرد، أجريت الدراسة اعتمادا على بيانات العام 1998م نظرا لتوفر معلومات اقتصادية – اجتماعية خاصة بعينة الدراسة لدى مكتب الإسكان في مدينة واينان بالصين خلال ذلك العام. وأشارت نتائج الدراسة إلى أن نموذج WDF–

ANN المحوسب (الذي يمثل التنبؤ بالطلب على المياه باستخدام الشبكة العصبية الصناعية) يوفر طريقة فاعلة لصياغة الطلب على المياه المنزلية في مدينة واينان بالصين، وهو يمثل أسلوبا واعدا للتنبؤ بالطلب على المياه في المستقبل، وأظهر تقييم النموذج أن معاملات الارتباط زادت عن 90 % لكل من بيانات التدريب وبيانات الاختبار على حد سواء.

تميزت هذه الدراسة ببناء نموذج حاسوبي للتنبؤ بالطلب على المياه وهو خاص بمدينة واينان الصينية ولكن يمكن تعميمه ويؤخذ من وجهة نظر هذه الدراسة على دراسة (ليو سافينيجو وزو) أنها ركزت على الاستخدام المنزلي فقط.

أما دراسة كوستاس وكريزوستوموس (Kostas & Chrysostomos، 2006) بعنوان:" **(Estimating Urban Residential Water Demand Determinants and Forecasting Water Demand For Athens Metropolitan Area,2000-2010)** "، فقد هدفت إلى إجراء عمليات تحليل وتقدير وتنبؤ تتعلق بالاستخدام المستقبلي للمياه في مدينة أثينا باليونان، أما الطريقة المتبعة في هذه الدراسة فقد استندت على فرضية أن جميع المصادر المتاحة للاستهلاك موزعة بالتساوي، واختبرت الدراسة الاستخدام المنزلي للمياه في منطقة العاصمة أثينا وهي تشمل كافة الاستخدامات الأسرية والاستخدامات الصغيرة (التجارية والمؤسسية) وتم الحصول على البيانات اللازمة لعملية تقدير محددات الطلب على المياه والتسلسل الزمني السنوي للطلب على المياه المنزلية والأسعار النسبية استنادا على سجلات شركة مياه أثينا خلال الفترة 1981-1999م، وتمت معالجة المتغيرات المتعلقة بسياسة إدارة المياه كالدخل الأساسي وأسعار المياه بشكل منهجي لتقدير آثارها على الطلب المائي، وخلصت الدراسة إلى أن جذرية الزيادة في الطلب على المياه المستحدثة مستقبلا سوف تحدث نتيجة لزيادة الدخل في حين تمتلك الأدوات الاقتصادية قدرة قليلة للتأثير على استخدامات المياه، كما أن النظام المائي في أثينا سيواجه مشكلات عديدة مستقبلا في حال استمرار التوجهات الحالية، واقترحت الدراسة ضرورة وجود خطط لتوفير المياه اعتمادا على محددات كمية والجهود التطوعية.

تقوم هذه الدراسة على التنبؤ المستقبلي ولكنها صدرت بناءً على مسلمة غير مسلم بها وهي أن جميع القطاعات الزراعية والصناعية والمنزلية متساوية في الاستهلاك

والطلب على المياه، ودرست قطاعا واحد وهو المنزلي وعممت نتائجه على القطاعين الآخرين.

وأجرى كل من خاتريل وفيرافامورثي(Khatri1 & Vairavamoorthy, 2009) دراسة بعنوان " **(Water Demand Forecasting for the City of the Future against the Uncertainties and the Global Change Pressures: Case of Birmingham)**" هدفت إلى التنبؤ بالطلب على المياه لمدينة المستقبل مقابل عوامل عدم التأكد وضغوطات التغير العالمي: حالة دراسية في بيرمنغهام من خلال التأكيد على كل من:(1) الإدارة المائية الملائمة والمستدامة الخاصة بمدينة المستقبل، (2) أثر ضغوط التغير العالمي،(3) وعوامل عدم التأكد التي ينبغي تحليلها بشكل ملائم، وقدمت الدراسة نموذجا للتنبؤ بالطلب على المياه في المستقبل مع معالجة عوامل عدم التأكد المرتبطة بكل من التغير المناخي والنمو السكاني والاقتصادي. واعتمدت الدراسة على السجلات الزمنية المتسلسلة تاريخيا الخاصة بالمعدل الشهري لاستهلاك المياه المخصصة للاستخدامات المنزلية والتجارية والصناعية خلال الفترة من يناير 1996– مارس 2005م من أجل التنبؤ بالطلب على المياه في المستقبل، وتمت عملية جمع العينات الإحصائية اعتمادا على طريقتي مونتي كارلو والمكعب الزائدي اللاتيني، كما تم استخدام طريقة ضبط دقة المقاييس (Bootstrap) الإحصائية من أجل وصف حالات عدم التأكد المصاحبة، وتم تطبيق النموذج في مدينة بيرمنغهام (Birmingh) بالمملكة المتحدة بهدف تحليل الطلب على المياه لعام 2035م، وأظهرت النتائج أن عملية الطلب على المياه في المستقبل في برمنغهام سوف يحكمها عوامل اجتماعية – اقتصادية وليس بتأثير من التغير المناخي، كما أظهرت النتائج وجود خطر محتمل مرتفع جدا في حالة عدم تلبية الطلب على المياه في المستقبل من مصادر التزويد المتوفرة حالياً.

تعد هذه الدراسة من الدراسات الداعمة لدراستنا ويمكن الاستفادة من منهجها في دراستنا هذه.واعتمدت الدراسة على معلومات تاريخية لاستهلاكات المياه شهرياً ولم تأخذ في الحسبان الاستهلاك الزراعي، واكتفت بالاستهلاك السكاني والصناعي بينما اعتمدت دراستنا على معلومات الاستهلاك السنوي للقطاعات السكانية والزراعية والصناعية في بيئة غير المملكة المتحدة.

وقام زينبينغ وجانبينغ (Xinping & Junping، ٢٠٠٩) بدراسة بعنوان:" **(The Research on Forecasting Water Demand Methods for Changzhi City in Shanxi Province)** "، هدفت إلى المقارنة بين أساليب التنبؤ بالطلب على المياه في مدينة تشانغزي بمقاطعة شانشي بالصين من أجل اختيار الأسلوب الأكثر ملائمة لتوقع الطلب على المياه في مدينة معينة، وتم اختيار مدينة تشانغزي بمقاطعة شانشي كمشروع نموذجي للدراسة، ومن ثم استخدم الباحثان نموذجين للتنبؤ يتميزان بدرجة عالية من دقة التنبؤ وهما: النموذج الرمادي (GM 1، 1 – نموذج تحليل للبيانات المتوفرة بشكل غير كامل في نظام ما) ونموذج الدالة الأساسية الشعاعية للشبكة العصبية(RBF – طريقة معيارية تعتمد على الحساب الرياضي)، تم تطبيق النموذجين من أجل التنبؤ بالطلب على المياه في مدينة تشانغزي خلال السنوات 1998، 1999، 2000، وأظهرت النتائج بعد حساب درجات الخطأ النسبي الأقصى ومتوسطات الخطأ النسبي المطلق لكل من النموذجين أن دقة التنبؤ لنموذج الدالة الأساسية الشعاعية للشبكة العصبية (RBF) كانت أفضل منها للنموذج الرمادي (GM 1,1)، كما أن عدد سنوات التنبؤ كانت أطول مما هي لدى النموذج الرمادي (GM 1,1)، وبذلك كان نموذج الدالة الأساسية الشعاعية للشبكة العصبية (RBF) أكثر ملائمة للتنبؤ على طلب المياه في مدينة تشانغزي.

ليس شرطا أن تكون الدالة الأساسية الشعاعية للشبكة العصبية أفضل من النموذج الرمادي وإن كان أدق في التنبؤ على طلب المياه في مدينة تشانغزي تحديداً، ولم تظهر الدراسة أسباباً إضافية يمكن الركون إليها في اعتماد النموذج الأول.

وفي دراسة أجراها كل من شيو وكوون وكو(Chio Kwon & Koo، ٢٠١٠) بعنوان:" **(Water Demand Forecasting by Characteristics of City Using Principal Component and Cluster Analysis)**"، هدفت إلى دراسة التنبؤ بالطلب على المياه من خلال الخصائص المحلية المميزة لكل مدينة بعيدا عن استخدام طريقة (تقدير متوسط الاستخدام / فرد) خلال اليوم الواحد نظراً لعدم دقتها وإهمالها لمتغيرات متعددة، واعتمدت الدراسة على العوامل الاجتماعية والصناعية بالإضافة إلى عدد السكان وبعض العوامل ذات التأثير المباشر، وهدفت الدراسة إلى تحديد أي العوامل المؤثرة على استهلاك المياه من بين العوامل الاجتماعية والصناعية المتوقع أن يكون لها تأثير، وأجريت الدراسة على عدد من المدن المحلية ذاتية الحكم

التي تقع في كوريا وبلغ عددها (164) مدينة، واستخدمت الدراسة نموذج التحليل المتعدد لاكتشاف معامل الارتباط بين مستوى استهلاك المياه والعوامل المؤثرة، ومن خلال الدراسة تمت مقارنة تحليل الانحدار المتعدد المطور مع تحليل الانحدار المتعدد الشامل، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن نموذج تحليل الانحدار المتعدد المطور من الدراسة كان أكثر منطقية وصدقا من نموذج تحليل الانحدار المتعدد الشامل حيث أن عملية التنبؤ على طلب المياه المستندة على المكون الرئيس والتحليل العنقودي كمعايير لتصنيف العوامل المحلية تمتلك معامل تعديل أفضل من تلك العملية التي تستند على تحليل الانحدار المتعدد الشامل التي لا تعطي اعتباراً للعوامل المحلية.

وإن كانت هذه الدراسة جيدة إلا أنها ركزت على العوامل المحلية المؤثرة في التنبؤ أكثر من تركيزها على مصادر المياه في المدن كهدف للدراسة ذاتها، وتشترك هذه الدراسة مع دراستنا ودراسة (أرشيبالد، 1983) بإيجاد طرق أخرى للتنبؤ غير الطريقة التقليدية بينما تهدف دراستنا إلى التنبؤ بالطلب المستقبلي للمياه في مدينة محددة بناءاً على المعلومات التاريخية لكل قطاع، ومدى تأثير ذلك على منطقة الدراسة وأخذها في الاعتبار في التخطيط التنموي المستقبلي لها.

أما دراسة بولبيتسكي وبالمر (Polebitski & Palmer، ٢٠١٠) بعنوان: "(**Seasonal Residential Water Demand for Census Tracts**)"، فهدفت إلى سد الثغرة من خلال تعويض النقص في ندرة توفر البيانات الجاهزة المتعلقة بالمعلومات الديموغرافية والاقتصادية واستهلاك المياه على مستوى المنازل اعتماداً على بيانات التعداد السكاني في مناطق محددة في مدينة سياتل بواشنطن مما يقلل من محدودية تطبيق النماذج المنفصلة للطلب على المياه، وطورت الدراسة ثلاثة نماذج تتعلق بالتنبؤ على طلب المياه تستند على معامل الانحدار بحيث تكون قادرة على التنبؤ بالمتطلبات المائية للمنازل التي تسكنها أسرة واحدة ضمن مناطق التعداد، وتمثلت نماذج الانحدار في نموذج الآثار الثابتة ونموذج الآثار العشوائية ونموذج الآثار المجمعة، وتم تطبيق نماذج الانحدار استناداً على بيانات ممتدة زمنياً على مدى 12سنة (1992- 2003) وتتعلق بمعلومات ديموغرافية واقتصادية واستهلاك المياه لكل شهرين، واشتملت عينة الدراسة على عدد من المنازل التي شملتها حالات تعداد الأفراد المميزة والتي بلغ عددها (100) حالة في مدينة سياتل،وأوضحت نتائج الدراسة التأثيرات المختلفة للمتغيرات الديموغرافية والاقتصادية على معدلات استهلاك المياه، كما أشارت النتائج بشكل عام إلى أن نماذج

أساليب الانحدار الثلاثة المستخدمة تؤدي دورها بشكل جيد من خلال توضيح تكرار الاستهلاك المائي الإجمالي للأسرة الواحدة في منطقة الدراسة، كما بينت النتائج أن نموذجا الآثار الثابتة والآثار العشوائية يوفران أفضل تقديرات للطلب على المياه داخل مساحات التعداد الفردية، واقترحت النتائج أن تنبؤات الطلب على المياه ضمن المدى المكاني لمناطق التعداد يمكن أن تزود كل من صانعي القرارات وواضعي الخطط بالمعلومات المفيدة لإدارة المصادر المائية، كما أن هذه الطرق المقترحة تتيح المجال لفحص المتطلبات المائية الموزعة مكانيا ضمن الأنظمة الإدارية، كما أن تلك المعلومات توضح أهمية عمليات تطوير البنية التحتية والترشيد، كما أنها تحسن من فهم المتغيرات التي تؤثر على الطلب في المناطق غير المتجانسة، بالإضافة إلى أن معاملات التقدير المطورة في هذه الدراسة فتعد ملائمة للاستخدام في نماذج المحاكاة الحضرية المنفصلة.

وأجرى بهاتي وناسو (Bhatti& Nasu، 2010) دراسة بعنوان:" **Domestic (Water Demand Forecasting and Management Under Changing Socio-Economic Scenario, Society for Social Management Systems)**"، هدفت بشكل رئيس إلى جمع بيانات لاستخدامات المياه المخصصة للمنازل وكذلك للتعرف على الأنماط والاتجاهات وعلاقتها بالمتغيرات الاجتماعية الاقتصادية والاقتصاد القياسي، وقدمت الورقة صورة شاملة لوصف قضايا الوضع الحالي ونوعية المياه المزودة للمنازل في باكستان، وتم تطوير نموذج خاص بباكستان للتنبؤ بالطلب على المياه المنزلية. وأجرت الدراسة مسحا لاستخدامات المياه المنزلية في أجزاء مختلفة من مدن لاهور، وفيصل أباد، وروال بندي بباكستان وبمعدل 80 – 100 منزل في كل مدينة، حيث تتوفر تقديرات في هذه المدن تتعلق بتزويد المياه والطلب عليها ومن ثم إجراء عملية التنبؤ في ظل السيناريوهات الاجتماعية – الاقتصادية المتغيرة، واعتمدت الدراسة على ثلاثة سيناريوهات لتوقع الطلب على المياه على مدى 20 سنة قادمة (طلب مائي ثابت، طلب مائي منخفض، طلب مائي مرتفع) استناداً على توقعات معدلات الولادة. وتم تقدير حجم المتغيرات المتعلقة بالسياسات، ومشكلات الاقتصاد القياسي، وأسعار المياه وتأثيرها على الطلب على المياه، واستنتجت الدراسة أن الإدارة الأفضل المصاحبة للسياسات الفعالة، وهياكل تتسم بالكفاءة، والتعزيز المؤسسي، والمهارات المهنية جميعها أمر حيوي لتعزيز استدامة النظام، وقدمت اقتراحات لإدارة الطلب على المياه المستدامة لمواجهة ندرة المياه.

تركز هذه الدراسة على أكثر من مدينة والعينة المطبق عليها الدراسة قليلة نسبيا ومع هذا إلا أنها أشارت إلى ضرورة بناء نموذج خاص يراعي ظروف المنطقة الهدف من الدراسة وركزت على جوانب متعلقة بحل أزمة المياه وقدمت اقتراحات لإدارة الطلب على المياه المستدامة لمواجهة ندرة المياه.ودراستنا تركز على مدينة معينة بذاتها والمعلومات التاريخية لإستهلاكات المياه وبالتالي فإن نماذج التوقع والنتائج ستكون أدق ولها خصوصية بمنطقة الدراسة ويمكن الإستفادة منها للقطاعات محل الدراسة والمساهمة في وضع الخطط التنموية لمنطقة الدراسة.

وقام كل من لي ووينتز وغوبر(Lee, Wentz & Gober، ٢٠١٠) بدراسة بعنوان:" **(Space–time forecasting using soft geostatistics: a case study in forecasting municipal water demand for Phoenix, Arizona)** "، هدفت إلى استخدام التقلبات الزمانية – المكانية في البيانات التاريخية وإسقاطات كثافة السكان المستقبلية لتحسين عملية التنبؤ بالطلب على المياه المنزلية في مدينة فينيكس (Phoenix) بولاية أريزونا الأمريكية، وهدفت الدراسة أساسا إلى التنبؤ في الطلب على المياه مستقبلا باستخدام طرق إحصائية جغرافية حديثة تعتمد على الاحتمالات وتقوم بمحاكاة البرمجية في شكل عمليات تخطيط، بحيث يتم اشتقاق تقديرات المياه المستقبلية باستخدام الرتب الأولى والثانية من الفترات الإحصائية بين كل من: المتغير التابع، استخدام المياه، والمتغير المستقل، الكثافة السكانية، وتم حساب معدلات الاستهلاك الشهري للمياه المنزلية استنادا على البيانات المستمدة من سجلات الفواتير الشهرية في مدينة فينكس خلال السنوات 1995- 2004م كما تم حساب الكثافة السكانية من خلال ملخصات بيانات تعداد السكان في المدينة، وتم إسقاط المتغير المستقل على النقاط المستقبلية من أجل التوصل إلى تنبؤات الطلب على المياه، وتمت معالجة هذه التقديرات المحدثة باستخدام طريقة الاحتمالية الفوضوية القصوى البابيزية (BME) حيث ينتج عنها خرائط لتقدير استخدام المياه حتى العام 2030م،وأشارت نتائج الدراسة إلى أن إدماج التقديرات غير المؤكدة في عمليات التنبؤ المكانية – الزمانية تحسن من دقة التنبؤ بنسبة 43.9% عن سائر طرق التخطيط المكانية – الزمانية الأخرى التي لا تستوعب التقديرات غير المؤكدة، كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن طريقة (BME) تعد أكثر دقة من طريقة (Co-Kriging) التي تدمج

الخطأ الحر للمتغير المستقل، إلا أنها تظهر دقة مماثلة لطريقـة (Co-Kriging) في قياس أخطاء عمليات تقدير عدم التأكد، واعتماداً على ما توصلت إليه الدراسة من نتائج تقترح منهجية لتوليد معلومات غنية بالتقديرات المستقبلية يمكن تطبيقها في مجالات مختلفة.

تعد هذه الدراسة من الدراسات الجيدة وتصنف من دراسات التنبؤ بعيدة المدى واستخدمت طرق تحليل إحصائية جغرافية متطورة وتختلف عن دراستنا بأنها درست القطاع السكاني فقط، وارتكزت في التنبؤ على الطلب على المياه على المعلومات التاريخية لاستهلاك المياه السكاني وربطها بالكثافة السكانية لمنطقة الدراسة، وذلك للوصول إلى خرائط جغرافية للتنبؤ بالطلب على المياه وفقاً للكثافة السكانية ولم تأخذ في الحسبان التنبؤ للتوسعات المستقبلية للمدينة.

وأجرى كل من ناصري ومعيني وطابش (Nasseri،Moeini & Tabesh, 2011) دراسة بعنوان: "**(Forecasting monthly urban water demand using Extended Kalman Filter and Genetic Programming)**"، هدفت إلى التنبؤ الشهري بالطلب على المياه باستخدام نموذجين هما مرشح كالمان الممدد (EKF– طريقة إحصائية تستخدم لتقدير متوسط الجريان والتباين الثنائي) والبرمجة الوراثية (GP – خوارزمية تطورية تستند إلى منهجية مستوحاة من التطور البيولوجي لإيجاد برامج حاسوبية مهمات معرَّفَة)، وقد تم تطوير نموذج مهجن يجمع بين النموذجين السابقين من أجل التنبؤ بالطلب على المياه في مدينة طهران، واعتمدت الدراسة على حزمة البيانات المتوفرة والمتعلقة بكميات الاستهلاك الشهرية للمياه في مدينة طهران خلال الفترة 1992–2002م، ومن خلال إجراء قياسات رياضية لحساب حساسية النتائج المتعلقة لكل مدخل تم التوصل إلى النموذج المهجن الأكثر توافقا ما بين القيمة المحسوبة مقابل الطلب المائي المشاهد والذي يعبر عن التأثير المرئي لدقة المشاهدة المتعلقة بالتنبؤ على طلب المياه، وأوصت الدراسة من خلال ما توصلت إليه من نتائج أن هذه النماذج المهجنة يمكن أن تساعد صانعي القرارات الخاصة بالمصادر المائية في تقليل مخاطر التنبؤ بالطلب على المياه بشكل مباشر (عبر شبكة الانترنت) وكذلك في التشغيل الأمثل لأنظمة المياه الحضرية.

تعد هذه الدراسة من دراسات التنبؤ قريب المدى إذ تعلقت بكميات الاستهلاك الشهرية للمياه في مدينة طهران فاختصت بالتنبؤ الشهري بالطلب على المياه.

وفي دراسة أجراها كل من ليو وشينغ وشانغ (Liu, Chang& Ching ،٢٠١٢) بعنوان:" **(Principal Factors Analysis for Forecasting Diurnal Water Demand Pattern Using Combined Rough Set and Fuzzy Clustering Technique)**"، هدفت إلى اكتشاف العوامل الرئيسية الحقيقية المتعلقة بنمط الطلب على المياه اليومية للمناطق الحضرية واستخدم الباحثون خوارزمية تمييز محسنة ومختزلة تستند إلى معامل التوزين التراكمي لتجنب أخطاء حزم الخوارزميات التقليدية الخام، وتقوم الخوارزمية العنقودية لحساب المتوسطات الغامضة (FCM) التي تم اقتراحها بتمييز أنماط الطلب على المياه اليومية في مكان معين، وأظهرت النتائج لدى تطبيقها في مدينة هانغتشو (Hangzhou) بالصين أن خوارزمية التمييز المختزلة التي تم تحسينها كانت قادرة على تمييز الخاصية " الزائفة " من بين حزم الاختزال المتحركة، كما كانت الخوارزمية أسلوبا فاعلا ومجديا لحل المشكلة العنقودية للمنحنيات المتتابعة، كما تبين أن العوامل الرئيسية التي تؤثر على نمط الطلب على المياه اليومية في مدينة هانغتشو هي: "درجة حرارة الهواء القصوى" و"درجة حرارة الهواء الدنيا" و"يوم العطلة من الأسبوع أو عطلة نهاية الأسبوع".

تعد هذه الدراسة مختصة بالتنبؤ اليومي بالطلب على المياه في مدينة هانغتشو والعوامل المؤثرة عليه وللقطاع السكاني فقط وهي تختلف عن دراستنا التي تعنى بالتنبؤ طويل المدى وللقطاعات السكانية والزراعية والصناعية.

3.2.2 ما يميز هذه الدراسة ومقارنتها مع الدراسات السابقة

بالإضافة إلى ما تقدم فقد اهتمت بعض الدراسات بالتنبؤ باستهلاك المياه كدراسة (العنانزة، 1999)، ودراسة (أبو الفتوح، 2003)، ودراسة أرشيبالد (Archibald, 1983)، ودراسة ليو سافينيجو وزو(Liu،Savenije & Xu،2003) ، ودراسة كوستاس وكريزوستوموس (Kostas & Chrysostomos ،2006)، ودراسة خاتريل وفيرافامورثي(Khatri1 & Vairavamoorthy ,2009) ، ودراسة زينبينغ وجانبينغ (Xinping & Junping, 2009) ، ودراسة شوا وكوون وكو(Chio Kwon ، ٢٠١٠ & Koo)، ودراسة بولبيتسكي وبالمر(Polebitski & Palmer, 2010) ودراسة بهاتي

وناسو (Bhatti& Nasu, 2010)، ودراسة لي ووينتز وغوبر ,Wentz & Gober ,
Lee 2010)، ودراسة ناصري ومعيني وطابش (٢٠١١ ، Nasseri, Moeini &)
Tabesh، ودراسة ليو وشينغ وشانغ ، (Liu ,Ching & Chang, 2012) .

في حين اهتمت دراسات أخرى بالكشف عن أثر التنمية في موارد المياه كدراسة النشوان (2006)، وقامت بعض الدراسات بالكشف عن تسربات شبكات توزيع المياه كدراسة الغامدي وقطب (2003)، واهتمت دراسات أخرى بتنمية موارد المياه كدراسة آل الشيخ (2006).

وكان بعض هذه الدراسات يهدف إلى إيجاد طرق حديثة غير الطرق التقليدية في التنبؤ مثل دراسة أرشيبالد (Archibald, 1983) ودراسة خاتريل وفيرافامورثي (Khatri1 & Vairavamoorthy, 2009) ودراسة زينبينغ وجانبينغ (Xinping & Junping, 2009)، ودراسة لي ووينتز وغوبر (Lee, Wentz &Gober, 2010)
وتفاوتت مستويات التنبؤ للطلب على المياه في هذه الدراسات ما بين دراسات ذات مستوى تنبؤ قصير الأجل مثل دراسة ليو وشينغ وشانغ (Lui, Ching & Chang, 2012) ، والتي كانت تتنبأ بالإستهلاك اليومي ودراسة ناصري ومعيني وطابش (Nasseri, Moeini & Tabesh, 2011)، والتي كانت تتنبأ بالاستهلاك الشهري ودراسات من المستوى المتوسط الأجل مثل دراسة زينبينغ وجانبينغ (Xinping & Junping, 2009)، ودراسات تنبؤ طويل الأجل كدراسة (العنانزة، 1999) ودراسة بهاتي وناسو (Bhatti& Nasu, 2010) ، ودراسة لي ووينتز وغوبر (Lee, Wentz &Gober, 2010) .

وتتميز الدراسة الحالية بقيامها بالتنبؤ بتوقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي، وهي من دراسات التنبؤ طويل الأجل وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه الدراسة في التخطيط الإستراتيجي طويل الأجل لمنطقة الدراسة كما تميزت بتطبيقها على القطاعات التنموية الرئيسية في التنمية والاقتصاد لأي مدينة أو تجمع حضري، وهي القطاع السكاني والقطاع الزراعي والقطاع الصناعي. ودراسة هذه القطاعات والتنبؤ باحتياجاتها المائية تعتبر إحدى أهم ركائز التخطيط التنموي المستقبلي السليم وخاصةً في المجال الاقتصادي، كما استخدمت أساليب إحصائية متطورة ومناسبة لتقديم نماذج احتمالية لتحديد التنبؤ بالطلب على المياه في منطقة الدراسة خلال

العشرين سنةً القادمة ولكل قطاع على حده وباستخدام برامج حديثة للمعالجة الإحصائية للبيانات المتعلقة بمتغيرات الدراسة.

الفصل الثالث

المنهجية والتصميم

1.3 منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي التنبؤي وذلك لملاءمته لأغراض هذه الدراسة، بالرجوع إلى الإطار النظري المتعلق بأساليب التنبؤ بالطلب على المياه، بالاعتماد على البيانات الأولية التي جُمعت عن استهلاك المياه السكاني والزراعي والصناعي في مدينة تبوك خلال الفترة 1996–2009م، وذلك لبناء نماذج توقعات الطلب على استهلاك المياه في المستقبل.

2.3 مجال الدراسة

ستتركز الدراسة على جانبين محددين هما توقعات الطلب على المياه في استعمالاتها الرئيسة، والآثار التنموية للطلب على المياه في منطقة الدراسة بناءاً على هذه التوقعات، وسيكون مجال الدراسة مدينة تبوك التي تقع شمال غرب المملكة العربية السعودية.

3.3 منطقة الدراسة

مدينة تبوك تقع شمال غرب المملكة العربية السعودية وتقع بجوار دولة الأردن الشقيقة على دائرة عرض 36 درجة، و65 دقيقة وخط طول 28 درجة، و49 دقيقة، وهي مقر إمارة منطقة تبوك وعاصمتها الإدارية، وتبلغ مساحتها 30,000 هكتار، وطبوغرافيتها سهلية وارتفاعها عن سطح البحر ما بين 600–800 متراً، وتعرف تبوك ببوابة الشمال لموقعها الجغرافي المتميز وحدودها مع الأردن.

وتعتبر مدينة تبوك من أسرع مدن المملكة نمواً، إذ بلغ عدد سكانها في عام 2004م 417,901 نسمة ووصل عدد السكان عام2010م 569,797 نسمة(وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات، 2010م).والمنطقة المأهولة بالسكان في تبوك تقع ضمن تكوينين جيولوجيين رئيسين هما تكوين تبوك وتكون الساق، ويتشكل تكوين تبوك من الحجر الرملي الموجود على ارتفاعات مختلفة

والذي يتداخل مع المواد الصدفية في بعض الأماكن أو الطبقات، كما يتألف تكوين الساق من الحجر الرملي أيضاً الموجود على عمق حوالي 300 متر أسفل تكوين تبوك. وتعتبر تبوك من المناطق الزراعية المهمة إذ بلغت مساحة الرقعة المزروعة في عام 2005م حوالي55,459 هتكار (وزارة الزراعة، 2005م) ويتصدر القمح المحاصيل المزروعة كما تمتاز مدينة تبوك بزراعة الورد وتصديره إلى الأسواق المحلية والعالمية.

إن تاريخ منطقة تبوك يعود إلى ماقبل الميلاد بـ 500 سنه إذ كانت تعرف باسم (طابو) يوم كانت هي ومدينة العلا عاصمة للعيانيين، ويعتقد أن منطقة تبوك (أرض مدين). (دادان) التي ورد ذكرها في الكتب السماوية. وليس أدل على الحقب والأحداث التاريخية التي مرت بها الدول التي قامت فيها من غنى المنطقة بالآثار التاريخية التي يعود بعضها إلى ما قبل ظهور الإسلام وبعضها إلى ما بعده، وقد كانت ممراً للقوافل التجارية العابرة من الجنوب إلى الشمال وبالعكس، فهي مدينة جمعت بين أصالة الماضي وحداثة الحاضر. قال رسول الله صلى الله عليه وسلم للصحابي الجليل معاذ بن جبل رضي الله عنه أثناء غزوة تبوك " يوشك يا معاذ إن طالت بك حياة أن ترى ما ها هنا قد ملأ جناناً (صحيح مسلم)".

هناك أكثر من رأي في سبب تسمية تبوك بهذا الإسم، ولكن من الثابت أنها كانت معروفة من قبل بعثة الرسول صلى الله عليه وسلم حيث قال لأصحابه وهم في طريقهم إلى غزوها بقيادته: (ستأتون غداً إن شاء الله عين تبوك وإنكم لن تأتوها حتى يضحي النهار فمن جاءها منكم فلا يمس ماءها شيئاً حتى آت). ويقال أن أصل التسمية هو كلمة (Tabu) أو (Taboo)، وهي كلمة لاتينية تعني المكان المنعزل نظراً لأن تبوك كانت منعزلة عن شبه الجزيرة العربية جنوباً وعن بلاد الشام شمالاً. وقد اشتهرت في المصادر الإسلامية بغزوة تبوك وبعينها التي فجرها الرسول صلى الله عليه وسلم عندما عسكر بها. ومسجدها الذي ينسب إلى الرسول الكريم صلى الله عليه وسلم، ويسمى مسجد التوبة، وهو من المساجد التي بناها عمر بن عبد العزيز في العصر الأموي بالحجارة المنقوشة. وفي العهد الإسلامي بدأ يظهر ذكر تبوك ضمن الحديث عن السيرة النبوية وعن غزوة تبوك تحديداً، والتي تسمى كذلك بغزوة العسرة التي قادها المصطفى صلى الله عليه وسلم لمحاربة الرومان. بعد هذه الغزوة أصبحت تبوك من أهم مناطق الدولة الإسلامية، وبقيت ثغراً مهماً للجزيرة من جهة بلاد الشام.وتمثل تبوك

اليوم صورة من صور التطور السريع الذي تعيشه المملكة العربية السعودية، وتتمثل في نهضة عمرانية وحضارية شاملة.

4.3 بيانات الدراسة

تتضمن هذه الدراسة البيانات التالية:

١. استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة من 1996–2009م
٢. تطور المساحة والإنتاج لمجموعات المحاصيل الزراعية النباتية الرئيسية بمنطقة تبوك خلال الفترة من 1996– 2009م
٣. متوسط الإنتاجية والاحتياجات المائية للهكتار والعائد الفيزيقي والنقدي للموارد المائية المستخدمة في كل من المزارع التقليدية والمتخصصة بالمملكة خلال الفترة 1995–1998م.
٤. استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة من 1996–2009م
٥. استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة من 1996–2009م

5.3 نماذج السلاسل الزمنية

تبدأ عملية بناء النموذج المعبر عن السلسة الزمنية (نموذج التمهيد) برسم السلسلة (مقابلة قيم المتغير إلى نقاط الزمن). ويمكن التمييز بين أربعة مكونات للسلسة الزمنية: النمط العام (Trend)،التغيرات الموسمية(Seasonal Variation) والتغيرات الدورية (Cyclical Variation)، والتغير العشوائي (Irregular Variation) (Moore and McCabe, 1993)، بالإضافة للتغير الفجائي في أي فترة زمنية.

باستبعاد إمكانية وجود المؤثرات الموسمية والدورية والفجائية في السلسلة، يمكن تلخيص أساليب معالجة السلسلة الزمنية بغرض التعرف على طبيعتها والتنبؤ للمستقبل في"طرق التمهيد الأسي Exponential SmoothingMethods" و "طرق بوكس–جينكينزBox–Jenkins Methods"(Moore et al.,2002) .

1- نماذج الاتجاه

يقصد بالاتجاه العام الحركة العامة للسلسلة الزمنية على المدى البعيد إما بالزيادة أو النقصان وتمتاز تلك النماذج بقدرتها على التنبؤ على المدى الطويل. كما يعتبر الزمن العنصر المؤثر، حيث يحل بدل المتغيرات التفسيرية في نماذج الانحدار الخطي،

فتكون معادلة الاتجـاه العـام الخطـيكالتالـي: $y_t = \alpha + \beta_t + U_t$، معلمات النموذج يتم تقديرها باستخدام طريقة المربعات الصغرى، U هو الخطأ العشوائي في النموذج لـه نفس المواصفات لعنصر الخطأ العشوائي في نماذج الاقتصاد القياسي متوسطه 0 وتباينه ثابت. t متغير زمني قيمته من 1 ويزداد بوحدة واحدة بمقدار عدد السنوات، أما شكل العلاقة فيمكن تحديدها من خلال رسم انتشار للمتغير موضوع الاهتمام، وبالتالي يمكن أن تكون العلاقة كما يلي:

1- علاقة كثيرة الحدود - من الدرجة الثانية: (1) $y_t = \alpha + \beta_1^t + \beta_1^t + U_t$

2- علاقة أسية: (2) $y_t = \alpha\beta^t + U_t$

3- علاقة منحنى (S): (3) $y = \dfrac{10^a}{\beta_0 + \beta_1(\beta_2)^t}$

2- التمهيد الأسي (Exponential Smoothing)

يقصد بالتمهيد محاولة تقليل التغاير في قيم السلسلة حول خط المنحنى الذي يمثل النمط العام للسلسلة. ويعتمد التمهيد الأسي على حساب ما يعرف باسم المتوسط المتحرك (Moving Average) كوسيلة تمهيد؛ وهو عبارة عن سلسلة من المتوسطات الحسابية لقيم متتالية من السلسلة تتحرك على طول زمن السلسلة لتشكل سلسلة جديدة. ويحسب المتوسط المتحرك وفق ترتيب معين يتمثل في طول الفترة أو عدد قيم السلسلة المتتالية التي تدخل في الحساب. وتأثير المتوسط المتحرك التمهيدي يعتمد على ترتيبه؛ فكلما زاد ترتيبه كلما أنتجَ سلسلةً أفضلَ تمهيداً. ولكن زيادة ترتيب المتوسط تأتي على حساب طول السلسلة؛ فكلما زادت قيمة الترتيب كلما تقلص طول السلسلة المتكونة من قيم المتوسط المتحرك.

وربما يكون المتوسط المتحرك الفردي (Single Moving Average) غيرَ كافٍ لتحقيقِ تمهيدٍ مقبولٍ فيلجأ إلى حساب ما يسمى بالتمهيد الأسي المضاعف (Double Moving Average) وهو المتوسط المتحرك للمتوسط المتحرك، ولكن هذا سيكون على حساب طول السلسلة.

ومن المحددات المهمة للقيمة المتوقعة بالمتوسط المتحرك طول الفترة المستخدمة في الحساب (قيمة k)؛ كلما زاد طول الفترة زادت درجة التمهيد، ولكن ربما على حساب درجة خطأ التوقع.

أيضاً توقع المتوسط المتحرك لا يعمل اعتباراً إلا لقيم الفترة الأخيرة في السلسلة، مهملاً قيم جميع الفترات السابقة، ثم إنه يعطي القيم الماضية وزناً واحداً، بينما القيمة المستقبلية غالباً ما تتأثر بشكل أكبر بالقيمة الأحدث (الأقرب لها).

وللتغلب على عيوب المتوسط المتحرك ظهر أسلوب التمهيد الأسي، والذي يعمل اعتباراً لجميع القيم السابقة بناءاً على ما يسمى المتوسط المتحرك الموزون Weighted (Moving Average)، والذي يستخدم معامل معين (يطلق عليه غالباً أسم ألفا Alpha، ويرمز له بـα)، لوزن تأثير القيم السابقة، تتراوح قيمته بين واحد صحيح وصفر. حيث واحد صحيح يعني أن القيمة المتوقعة حسبت على أساس آخر قيمة في السلسلة، وصفر تعني أن القيم السابقة جميعاً أعطيت وزناً متساوياً في التوقع للمستقبل.

وتكتب صيغة التوقع باستخدام النموذج الأسي رياضياً كما يلي:

$$\hat{y}_t = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)\hat{y}_{t-1} \qquad (4)$$

حيث أن $\hat{y}_t$ تمثل القيمة المتوقعة للسلسلة عند الزمن t، و y_{t-1} تمثل قيمة السلسلة عند الزمن $t-1$، و $\hat{y}_{t-1}$ تمثل القيمة المتوقعة للسلسلة عند $t-1$، و α يمثل معامل لحساب المتوسط المتحرك الموزون (يعرف باسم ثابت التمهيد لنموذج التمهيد الأسي، أو غالباً باسم الحرف اللاتيني "ألفا") وتتروأح قيمته بين واحد وصفر: القيمة واحد تعني أن التوقع للمستقبل بني على القيمة الأخيرة (y_{t-1}) بمفردها، في حين أن القيمة صفر تعني أن جميع القيم السابقة أعطيت وزناً متساوياً للتوقع لـ $\hat{y}_t$.

ويتميز نموذج التمهيد الأسي عن المتوسط المتحرك باشتراك جميع القيم السابقة للسلسلة في التوقع، لأن الجزء الثاني من الطرف الأيمن من المعادلة أعلاه عبارة عن التوقع للقيمة السابقة للسلسلة، والذي بدوره يتكون من حاصل التوقع للقيمة السابقة لها وقيمة السلسلة الفعلية السابقة لها، وهكذا دواليك لبقية قيم السلسلة كما يتضح مما يلي:

$$\begin{aligned}
\hat{y}_t &= \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)\hat{y}_{t-1} \\
\hat{y}_t &= \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)[\alpha y_{t-2} + (1-\alpha)\hat{y}_{t-2}] \\
\hat{y}_t &= \alpha y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)y_{t-2} + (1-\alpha)^2\hat{y}_{t-2} \\
\hat{y}_t &= \alpha y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)y_{t-2} + (1-\alpha)^2[\alpha y_{t-3} + (1-\alpha)\hat{y}_{t-3}] \qquad (5) \\
\hat{y}_t &= \alpha y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)y_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 y_{t-3} + (1-\alpha)^3\hat{y}_{t-3} \\
&\vdots \\
\hat{y}_t &= \alpha y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)y_{t-2} + \ldots + (1-\alpha)^{t-2}y_1
\end{aligned}$$

أما مسمى "الأسي" فقد أتى لأن المعاملات α، $\alpha(1-\alpha)$، $(1-\alpha)^2$، إلخ، تتناقص بحسب تأثير قوة أسية. وصغر قيمة ألفا مثلها مثل طول الفترة المستخدمة في

حساب المتوسط المتحرك، يعني ضمان درجة أكبر من التمهيد، ولكن ربما على حساب دقة التوقع. وعموماً، فاختيار قيمة ألفا مسألة تخضع للحكم الذاتي (Subjective Choice)، ولذلك كثيراً ما يترك للبرنامج الإحصائي اختيارها على أساس أقل درجة خطأ، من خلال طريقة "بحث الشبكة Grid Search" (Yaffee and McGee, 2000).

وهذه الصيغة يطلق عليها اسم النموذج الأسي البسيط (Simple Exponential Smoothing Model). وبالرغم من أنها تمكن من التغلب على مشكلتين مهمتين من مشاكل التوقع الناتج من المتوسط المتحرك، كما أشير إلى ذلك أعلاه، إلا إنها مثلها مثل المتوسط المتحرك، لا تتوقع إلا لقيمة مستقبلية واحدة؛ أي أنها تفترض عدم وجود نمطية في السلسلة، وبالتالي فجميع القيم المستقبلية تساوي القيمة المستقبلية الأولى ($\hat{y}_t = \hat{y}_{t+1} = \hat{y}_{t+2} = ...$).

ولذلك ظهرت نماذج تمهيد أسي أكثَر تعقيداً، تأخذ اعتباراً لنمط السلسلة (شكل المنحنى العام الذي تتبعه السلسلة)؛ فهناك نموذج التمهيد الأسي ذو النمط الخطي(Linear Model)، ونموذج التمهيد الأسي ذو النمط الأسي(Exponential Model)، ونموذج التمهيد الأسي ذو النمط الهابط (Dampened Model).

3- طرق بوكس-جينكينز

طرق بوكس–جينكينز طورت من قبل بوكس وزميله جينكينز (Box and Jenkins, 1976) لتحليل السلاسل الزمنية المستقرة (Stationary). وكون السلسلة مستقرة يعني أن متوسطها الحسابي (Mean) وتباينها(Variance) ثابتان طوال زمن السلسلة، وأن التغاير(Covariance) بين فترتين يعتمد فقط على المسافة (أو مايسمى درجة الإبطاء Lag) بين الفترتين وليس على النقطة الزمنية التي حسب عندها الارتباط. ولكن افتراض كون السلسلة مستقرة من الصعب تحققه في الواقع، وبالتالي جاءت طرق بوكس جينكنز من أجل تحويل السلاسل غير المستقرة إلى سلاسل مستقرة ثم إجراء التوقع بعد ذلك.

وطرق بوكس جينكينز، يشار لها اختصاراً، باسم"نماذج أرايما ARIMA Models"، والتي أدرك بوكس وجينكينز أهميتها في التوقع للمستقبل في مجال الاقتصاد أولاً في الستينيات من القرن الماضي وموضوع هذه الدراسة يتصل بالبعد

الاقتصادي في تأثر التخطيط التنموي بتوقعات أو تنبؤات الطلب على المياه. والكلمة الإنجليزية (ARIMA) تعبرعن المكونات الثلاث للنموذج: الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسط المتحرك(Auto-Regressive Integrated Moving Average). ويكتب غالباً بالصيغة (p,d,q) ARIMA، لأنه تحدده ثلاثة قيم: درجة الانحدار الذاتي (p)، ودرجة المتوسط المتحرك (d) ودرجة التكامل (q). وعليه، فعملية تعريف السلسلة الزمنية تتمثل في إيجاد رقم، غالباً ما
يكون صغيراً (مثلاً، صفر، 1، 2)، يمثل قيم p و d و q التي تعبر عن نمط السلسلة.

والانحدار الذاتي يعني أن قيمة السلسلة في زمن معين تحدده قيمتها في الزمن (أو الأزمنة) السابقة لها؛ إذا كانت القيمة الحالية لا تتأثر بالقيم السابقة فإن $p=0$ ، وإذا كانت تتأثر بالقيمة السابقة فإن $p=1$ ، وإذا كان كلا القيمتان السابقتان يحددان القيمة الحالية فإن $p=2$ ، وهكذا. ويمكن رياضياً التعبير عن عملية الانحدار الذاتي بالصيغة التالية:

$$Y_t - \delta = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \cdots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t \qquad (6)$$

حيث أن Y_t تمثل قيمة السلسلة عند الزمن t و δ عبارة عن متوسط قيم السلسلة، و u_t يمثل درجة الخطأ في التوقع، و α عبارة عن معامل ثابت.

أما عنصر المتوسط المتحرك فيشير إلى أن قيمة السلسلة في زمن معين يحدده قيمة الخطأ العشوائي (Stochastic Error) -الفرق بين قيمة السلسلة والمتوسط المتحرك- في ذلك الزمن وقيمة الخطأ العشوائي في الزمن (أو الأزمنة) السابقة له. فإذا كانت $q=0$ ، فإن ذلك يعني أن القيمة الحالية للسلسلة لا تعكس شيئاً من الأخطاء العشوائية السابقة، وإذا كانت $q=1$ فإن ذلك يعني أن الخطأ العشوائي للزمن السابق اشترك في تحديد قيمة السلسلة الحالية، وإذا كانت $q=2$ ، فإن ذلك يعني أن الخطأين العشوائيين للزمنين السابقين اشتركا في تحديد القيمة الحالية للسلسلة. وباعتبار Y_t يمثل القيمة المتوقعة عند زمن t ، فإنه يمكن التعبير عن المتوسط المتحرك رياضياً كمايلي:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \cdots + \beta_q u_{t-q} \qquad (7)$$

حيث أن μ ثابت و u يمثل الخطأ العشوائي و β عبارة عن معاملات للمتوسط المتحرك. وباختصار يمكن القول أن عنصر المتوسط المتحرك عبارة عن توليفة من الأخطاء العشوائية السابقة.

أما عنصر التكامل في نماذج ARIMA فيشير إلى حاجة السلسلة الزمنية لأن تكون مستقرة؛ ذلك أن معظم السلاسل الزمنية غير مستقرة، وبالتالي فهي بحاجة إلى إجراء عملية فرق (To Difference) لتحويلها إلى سلسلة مستقرة. وإجراء عملية الفرق يعني طرح كل قيمة من قيم السلسلة من القيمة التالية لها للحصول على سلسلة جديدة تمثل الفرق، وربما تكون السلسلة مستقرة بطبيعتها، وبالتالي لا حاجة لحساب الفرق، وعندها فإن $d=0$، ولكن ربما تحتاج السلسلة لإجراء الفرق مرة $(d=1)$ أو مرتين $(d=2)$ لتحويلها إلى مستقرة (Yaffee and McGee, 2000).

وتنتمي نماذج الانحدار الذاتي-التكاملي-المتوسط المتحرك (Autoregressive-Integrated-Moving Average Models (ARIMA)) الى عائلة كبيرة من النماذج التي يطلق عليها نماذج الانحدار الذاتي- المتوسط المتحرك Autoregressive-Moving Average Models ابتكرها العالمين Box وJenkins، والتي أثبتت الأبحاث الكثيرة في مختلف الميادين التطبيقية علي تفوقها الهائل على الطرق التقليدية في التنبؤ. وتستخدم هذه النماذج للسلاسل الزمنية غير المستقرة حيث تعطى درجة تفريق d أي $w_t=\nabla^d z$ لتحويلها إلى سلسلة مستقرة (بري، 2002) .

ويمكن نمذجة المتسلسلة المستقرة $w_t=\nabla^d z_t$ على شكل نموذج انحدار ذاتي- متوسط متحرك من الدرجة (p,q) كالتالي (Dickey ،Brocklebank 2003):

$$\phi_P(B)(1-B)^d \nabla^d z_t=\delta+\theta_q(B)a_t,\ldots, a_t\, WN(0,\sigma_2) \qquad (8)$$

أو

$$\phi_P(B)(1-B)^d z^t=\delta+\theta_q(B)a_t,\ldots, a_t\, WN(0,\sigma^2) \qquad (9)$$

وهذا النموذج يسمى نموذج الانحدار الذاتي- التكاملي- المتوسط المتحرك من الدرجة p,d,q حيث $\delta\in(-\infty,\infty)$ ثابت النموذج.

6.3 اختبار استقرار السلسلة الزمنية باستخدام دالة الارتباط

يتم الكشف عن استقرار السلسلة باستخدام دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي وعلى النحو التالي:

١. **دالة الارتباط الذاتي*(Autocorrelation function ACF)*** :

تستند هذه الطريقة على الارتباطات الموجودة بين المشاهدات لفترات مختلفة، وتهتم بدراسة العلاقة الموجودة بين السلسلة ذاتها، أي الارتباطات الداخلية للسلسلة الزمنية، ويعطى معامل الارتباط الذاتي للعينة عند الفجوة k كما يلي: (بري، 2002).

$$p_k = \frac{COV(k)}{COV(0)} = \frac{\gamma(k)}{\gamma(0)} \qquad (10)$$

حيث:

$$C\hat{O}V(k) = \hat{\gamma}(k) = \frac{\sum (y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{y})}{n-k} \qquad (11)$$

$$C\hat{O}V(0) = \hat{\gamma}(0) = \frac{\sum (y_t - \bar{y})^2}{n} \qquad (12)$$

n: حجم العينة و k طول الفجوة الزمنية

ويحكم على السلسلة بأنها مستقرة أم لا اعتماداً على هذا المعيار إذا كانت قيمة P_K تساوي أو تؤول إلى الصفر $[(k>0),\ P_k \in [-1,1)$

أما خصائص معامل الارتباط الذاتي فهي على النحو التالي:

الارتباط الذاتي متناظر حول الصفر $P(k) = p(-k)$ (13)

الارتباط الذاتي محصور بين القيمة: $-1 \le P_{(k)} \le +1$ (14)

نختار درجة الإبطاء وفقاً لعدد المشاهدات $k = \frac{n}{4}$ (15)

٢- دالة الارتباط الذاتي الجزئي *(Partielle Autocorrelation function PACF)*

تقيس دالة الارتباط الذاتي الجزئي الارتباط بين القيم المتتالية لمتغير ما خلال فترتين مع ثبات الفترات الأخرى، ويحدد معامل الارتباط الجزئي من معادلة الانحدار الذاتي للسلسلة موضوع الدراسة من خلال العلاقة التالية: (حشمان، 2002)

$$\hat{p}kk = \frac{Cov\left[(y_t - y_t^*)(y_{t+k} - y_{t+k}^*)\right]}{Var(y_t - y^*t)} \qquad (16)$$

حيث أن y^*_t و y^*_{t+k} متغيرات نحصل عليها من انحدار y_t و y^*_{t+k} (كل على حدة) على سلسلة المتغيرات.

7.3 مقاييس دقة تنبؤ النموذج المستخدمة:

إن عملية تقييم نماذج التوقع يقصد من ورائها تقييم مدى مناسبة النموذج للنمط الذي تسير عليه بيانات السلسلة؛ أو مدى دقة النموذج في التنبؤ بقيم السلسلة الحالية والمستقبلية. وثمة عدد من مقاييس مدى مناسبة النموذج تعتمد جميعها على درجة

الخطأ، وهي الفرق بين القيمة الفعلية للسلسلة عند زمن معين وقيمة السلسلة التي يتوقعها النموذج في ذلك الزمن (Yaffee and McGee, 2000).

من المقاييس التي قد تستخدم للتقييم "متوسط القيم المطلقة للخطأ Mean Absolute Error"؛ فإذا كانت e تمثل الخطأ و T تمثل عدد قراءات السلسلة، فإن متوسط القيم المطلقة للخطأ (MAE) يمكن التعبير عنه بالصيغة الرياضية التالية:

$$MAE = \sum_{t=1}^{T} \frac{|e_t|}{T} \qquad (17)$$

وبذلك، فإنه لحساب متوسط القيم المطلقة للخطأ يجب أولاً تحويل القيم السالبة إلى موجبة (حساب القيم المطلقة)، ثم تجمع قيم الخطأ المصاحبة للأزمنة المختلفة وتقسم على عدد القراءات؛ اعتماد القيم المطلقة بدلاً من القيم المجردة جاء لتلافي كون القيم السالبة تلغي الموجبة. ولكن يعيب متوسط القيم المطلقة للخطأ أنه لا يُمَكِن من مقارنة نموذجين في سلسلتين مختلفتين بمعنى أنه يتأثر بقيم السلسلة، ولا يمكن استخدامه كمقياس عام.

ومن مقاييس الخطأ التي تعمل على تلافي مشكلة كون القيم السالبة تلغي الموجبة "مجموع مربعات الخطأ Sum of Squared Errors (SSE)"؛ وهو عبارة عن مجموع حواصل ضرب كل قيمة خطأ بنفسها، كما توضح الصيغة الرياضية التالية:

$$SSE = \sum_{t=1}^{T} e_t^2 \qquad (18)$$

والمقياس الذي يتلافى مشكلة كون القيم السالبة للخطأ تلغي القيم الموجبة، ولا يضخم الخطأ من خلال التربيع كما يحدث في مجموع مربعات الخطأ، وكذلك يمكن من مقارنة النماذج عبر السلاسل المختلفة، يطلق عليه اسم "متوسط القيم المطلقة لنسب الخطأ Mean Absolute Percentage Error (MAPE)"، كما توضحه الصيغة التالية:

$$MAPE = \sum_{t=1}^{T} \frac{|e_t|}{x_t} \div T \qquad (19)$$

أي أن حساب متوسط القيم المطلقة لنسب الخطأ يتم من خلال قسمة القيم المطلقة للخطأ في الأزمنة المختلفة على قراءات السلسلة المقابلة لها، ثم جمع نتائج القسمة للأزمنة المختلفة وقسمة الحاصل على عدد الأزمنة T.

ومن المقاييس التي تستخدم للتقييم "مقياس الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ "Root Mean Square Error {RMSE}

ويمكن إيجاده بالصيغة التالية:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^{n} a_t^2 / n} \qquad (20)$$

وكذلك مقياس "مربع الأخطاء المطلقة ((Mean Squared Error (MSE)"

والذي يستخرج بالمعادلة التالية:

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n} \qquad (21)$$

إضافةً إلى مقياس"نسبة متوسط الأخطاء ((Mean Percentage Error (MPE)"

ويتم حسابه بالمعادلة التالية:

$$MPE = \frac{\sum \left(e_i^2 / y_i \right)}{n} \qquad (22)$$

واعتماداً على هذه الأطر النظرية للنمذجة والتحليلات الإحصائية تمت عمليات التحليل، واختبار النموذج الأمثل لإنجاز أفضل تنبؤ مستقبلي للطلب على المياه في القطاعات السكانية والزراعية والصناعية في مدينة تبوك من أجل تعميق رؤية دورها في التخطيط التنموي للمدينة وما حولها.

8.3 المعالجة الإحصائية

من أجل استخراج نتائج الدراسة تم معالجة البيانات المتعلقة بمتغيرات الدراسة باستخدام برنامج Minitab 15، وبرنامج EViews 7، وذلك للإجابة عن تساؤلات الدراسة، وقد تم استخدام الأساليب الإحصائية التالية:

1. التكرارات والنسبة المئوية.
2. التغير النسبي.
3. نماذج التنبؤ غير العشوائية.
4. نماذج التنبؤ العشوائية.

الفصل الرابع

عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

يتناول هذا الفصل عرضاً لنتائج الإجابة عن تساؤلات الدراسة التي تتمثل في تحليل توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وأثرها على التخطيط التنموي لكل قطاع من قطاعات التنمية حيث تمت الإجابة عن تساؤلات الدراسة باستخدام النماذج غير العشوائية والنماذج العشوائية في التنبؤ.

1.4 نتائج الدراسة

1.1.4 الإجابة عن السؤال الأول، الذي نصه "ما كمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة في مدينة تبوك للفترة 2009-2029م وكيف تؤثر معرفة كمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة على التخطيط التنموي؟"

للإجابة عن هذا السؤال استخدم تحليل السلاسل الزمنية للبيانات التي جمعت بالتنسيق مع المديرية العامة للمياه بمنطقة تبوك بالرجوع إلى التقارير السنوية، وملفات المصادر المائية وتحديد الفترات الزمنية لدخولها الخدمة، وجمع المعلومات التي لها علاقة باستهلاك المياه السكاني، وذلك في الفترة من 1996م وحتى 2009م، ويبين الجدول رقم (1) ذلك.

الجدول رقم (1)

استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م

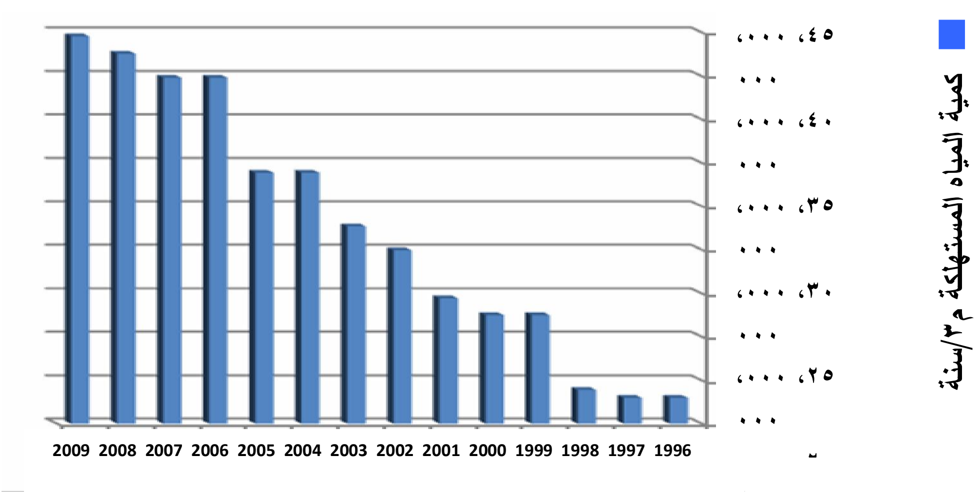
م	السنة	كمية المياه المستهلكة م٣/ سنة
١	١٩٩٦	٣,٠١١,٢٥٠
٢	١٩٩٧	٣,٠١١,٢٥٠
٣	١٩٩٨	٣,٩٢٣,٧٥٠
٤	١٩٩٩	١٢,٤٦٤,٧٥٠
٥	٢٠٠٠	١٢,٤٦٤,٧٥٠
٦	٢٠٠١	١٤,٤٥٤,٠٠٠
٧	٢٠٠٢	١٩,٩٢٩,٠٠٠
٨	٢٠٠٣	٢٢,٦٦٦,٥٠٠
٩	٢٠٠٤	٢٨,٨٧١,٥٠٠
١٠	٢٠٠٥	٢٨,٨٧١,٥٠٠
١١	٢٠٠٦	٣٩,٨٢١,٥٠٠
١٢	٢٠٠٧	٣٩,٨٢١,٥٠٠
١٣	٢٠٠٨	٤٢,٥٥٩,٠٠٠
١٤	٢٠٠٩	٤٤,٥٤٨,٢٥٠

*المصدر: المديرية العامة للمياه بمنطقة تبوك

يلاحظ من الجدول رقم (1) ارتفاع كمية استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م، حيث بلغ استهلاك المياه السكاني عام 1996م 3، 011، 250 م3/ سنة، حتى وصل في عام 2009م إلى 44، 548، 250 م3/ سنة. هذا ويبين الشكل رقم(2) تطور استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م.

شكل رقم (٢)

استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م



كما تم استخراج التغيير النسبي في استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م، يبين الجدول رقم (2) ذلك.

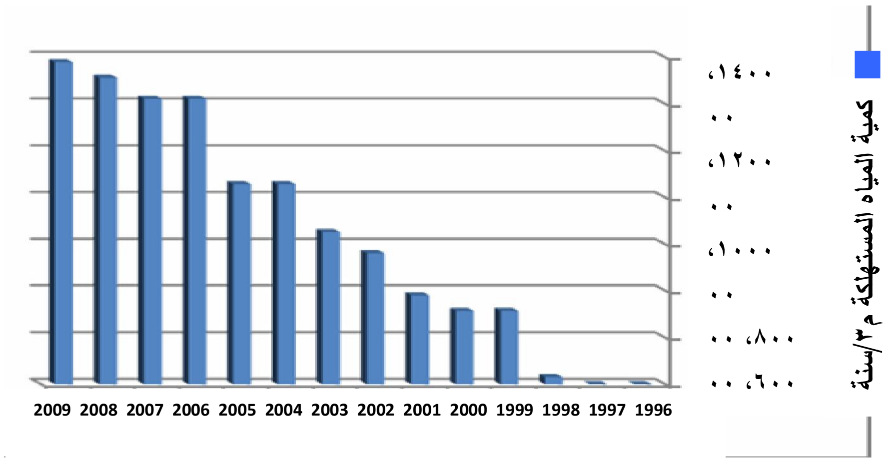
الجدول رقم (2)

التغير النسبي في استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م

م	السنة	التغير النسبي
١	١٩٩٦	٠.٠٠
٢	١٩٩٧	٠.٠٠
٣	١٩٩٨	٣٠.٣٠
٤	١٩٩٩	٣١٣.٩٤
٥	٢٠٠٠	٣١٣.٩٤
٦	٢٠٠١	٣٨٠.٠٠
٧	٢٠٠٢	٥٦١.٨٢
٨	٢٠٠٣	٦٥٢.٧٣
٩	٢٠٠٤	٨٥٨.٧٩
١٠	٢٠٠٥	٨٥٨.٧٩
١١	٢٠٠٦	١٢٢٢.٤٢

١٢	٢٠٠٧	١٢٢٢.٤٢
١٣	٢٠٠٨	١٣١٣.٣٣
١٤	٢٠٠٩	١٣٧٩.٣٩

يلاحظ من الجدول رقم (2) أن نسبة التغير النسبي في كمية استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م أخذت في الارتفاع طول فترة الدراسة إذ بلغت في عام 2009م 1379.39% مقارنةً بما كانت عليه في عام 1996م. وهذه نسبة عالية جداً من الزيادة المتتالية التي تبرر هكذا دراسة تنبؤية من أجل التخطيط المدروس، وهل مثل هذه الزيادة ستستمر مبرراتها الواقعية إلى نهاية الفترة التنبؤية. هذا ويبين الشكل رقم (3) التغير النسبي في استهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م.



شكل رقم (3)

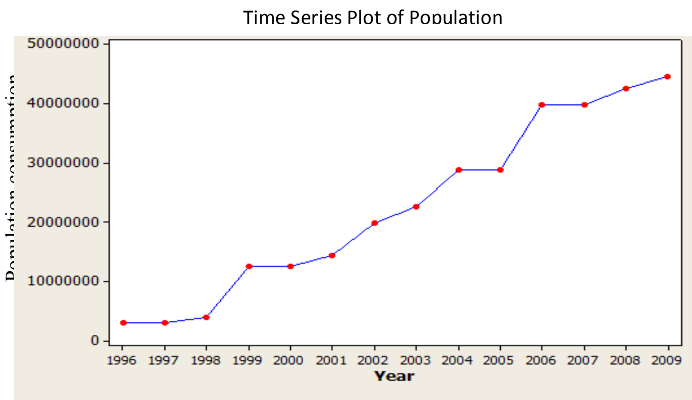
التغير النسبي في استهلاك المياه السكاني

في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م **بالنسبة لسنة الاساس 1996م**

ومن أجل تحليل السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م تم رسمها للتعرف على اتجاهها وشكلها ويبين الشكل رقم (4) ذلك.

شكل رقم (4)

السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م



يلاحظ من شكل السلسلة الزمنية أنها أخذت شكل الاتجاه وقد استمرت في التزايد خلال فترة الدراسة 1996–2009م، هذا وقد تم تحليل السلسلة بالاعتماد على نماذج التنبؤ الثابتة (الاتجاه، والتمهيد الأسي)، بالإضافة إلى استخدام نماذج التنبؤ العشوائية (ARIMA)، وذلك لاختيار أفضل وأدق تلك النماذج للتنبؤ باستهلاك المياه السكاني مستقبلاً، وذلك على النحو التالي:

أ- تحليل الاتجاه العام (Trend Analysis):

1-النموذج الخطي (Linear Trend Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 - B_1{}^t$

الجدول رقم (3)

نتائج النموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

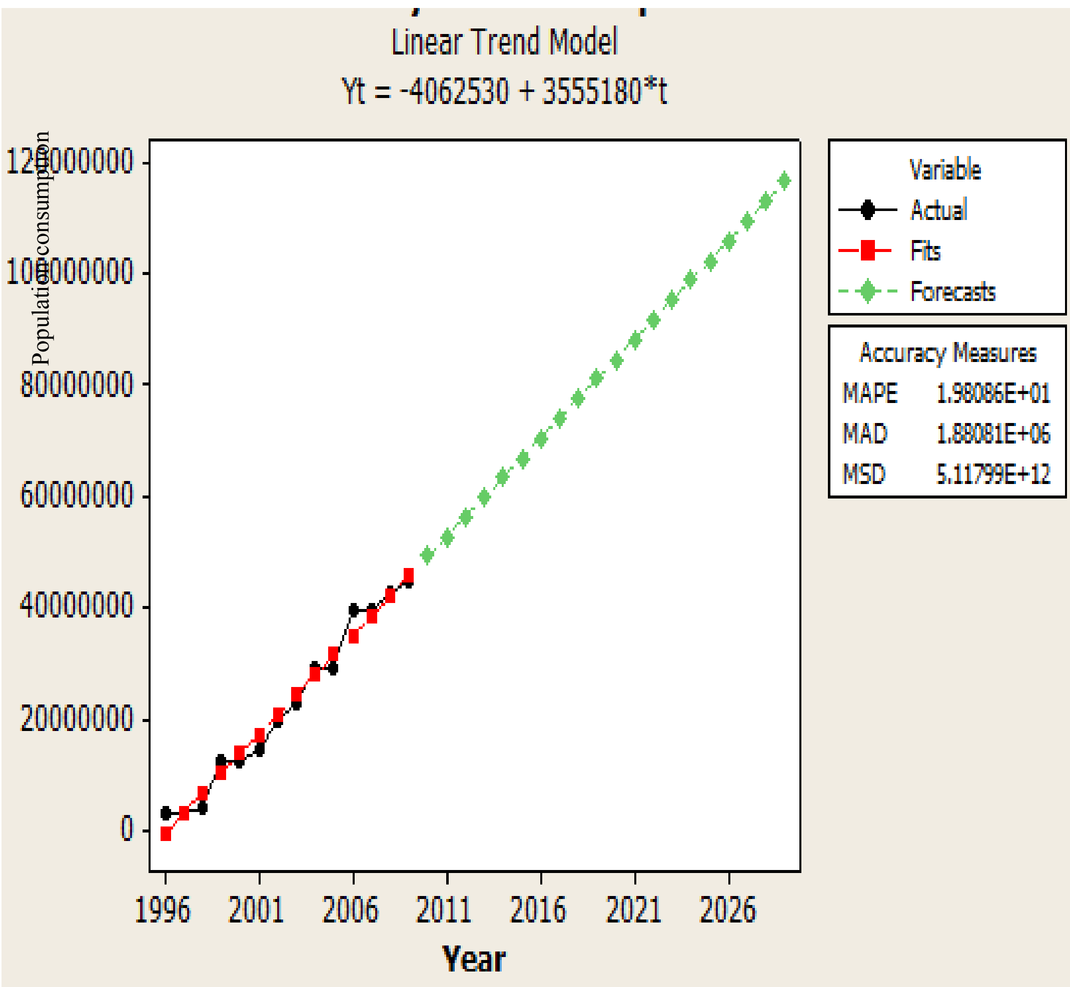
معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = -4062530 + 3555180*t	
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 1.98086E+01 MAD 1.88081E+06 MSD 5.11799E+12	
قيم المتنبأ بها Forecast	Period	Forecast
	٢٠١٠	٤٩,٢٦٥,١٧٣
	٢٠١١	٥٢,٨٢٠,٣٥٣
	٢٠١٢	٥٦,٣٧٥,٥٣٤
	٢٠١٣	٥٩,٩٣٠,٧١٤
	٢٠١٤	٦٣,٤٨٥,٨٩٤
	٢٠١٥	٦٧,٠٤١,٠٧٤
	٢٠١٦	٧٠,٥٩٦,٢٥٤
	٢٠١٧	٧٤,١٥١,٤٣٥
	٢٠١٨	٧٧,٧٠٦,٦١٥
	٢٠١٩	٨١,٢٦١,٧٩٥
	٢٠٢٠	٨٤,٨١٦,٩٧٥
	٢٠٢١	٨٨,٣٧٢,١٥٥
	٢٠٢٢	٩١,٩٢٧,٣٣٦
	٢٠٢٣	٩٥,٤٨٢,٥١٦
	٢٠٢٤	٩٩,٠٣٧,٦٩٦
	٢٠٢٥	١٠٢,٥٩٢,٨٧٦
	٢٠٢٦	١٠٦,١٤٨,٠٥٧
	٢٠٢٧	١٠٩,٧٠٣,٢٣٧
	٢٠٢٨	١١٣,٢٥٨,٤١٧
	٢٠٢٩	١١٦,٨١٣,٥٩٧

يبين الجدول رقم (3) معادلة النموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك، ومقاييس دقة التنبؤ، وكمية استهلاك المياه السكاني مستقبلاً. هذا، ويبين الشكل رقم (5) رسم الانتشار للنموذج الخطي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010-2029م).

شكل رقم (5)

رسم الانتشار للنموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

Trend analysis Plot for Population consumption



2-النموذج التربيعي (Quadratic Trend Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 - B_1^{\,t} + B_2 t^2$

الجدول رقم (4)

نتائج النموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

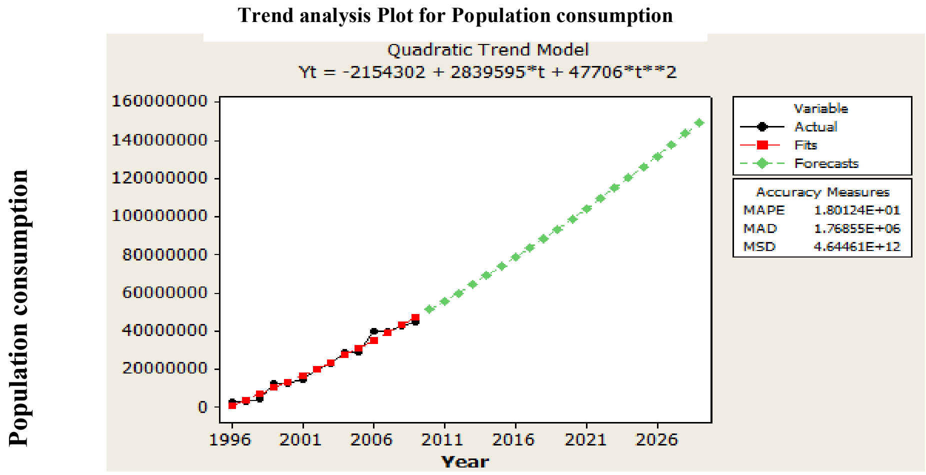
معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = -2154302 + 2839595*t + 47706*t**2	
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE	1.80124E+01
	MAD	1.76855E+06
	MSD	4.64461E+12
قيم المتنبأ بها Forecast	Period	Forecast
	٢٠١٠	٥١,١٧٣,٤٠١
	٢٠١١	٥٥,٤٩١,٨٧٣
	٢٠١٢	٥٩,٩٠٥,٧٥٥
	٢٠١٣	٦٤,٤١٥,٠٥٠
	٢٠١٤	٦٩,٠١٩,٧٥٥
	٢٠١٥	٧٣,٧١٩,٨٧٢
	٢٠١٦	٧٨,٥١٥,٤٠١
	٢٠١٧	٨٣,٤٠٦,٣٤١
	٢٠١٨	٨٨,٣٩٢,٦٩٢
	٢٠١٩	٩٣,٤٧٤,٤٥٤
	٢٠٢٠	٩٨,٦٥١,٦٢٨
	٢٠٢١	١٠٣,٩٢٤,٢١٤
	٢٠٢٢	١٠٩,٢٩٢,٢١١
	٢٠٢٣	١١٤,٧٥٥,٦١٩
	٢٠٢٤	١٢٠,٣١٤,٤٣٩
	٢٠٢٥	١٢٥,٩٦٨,٦٧٠
	٢٠٢٦	١٣١,٧١٨,٣١٢
	٢٠٢٧	١٣٧,٥٦٣,٣٦٦
	٢٠٢٨	١٤٣,٥٠٣,٨٣١
	٢٠٢٩	١٤٩,٥٣٩,٧٠٨

يبين الجدول رقم (4) معادلة النموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه السكاني مستقبلاً.

هذا ويبين الشكل رقم (6) رسم الانتشار للنموذج التربيعي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010-2029م).

شكل رقم (6)

رسم الانتشار للنموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك



3- النموذج الأسي (Exponential Growth Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 \cdot B_1^{\,t}$

الجدول رقم (5)

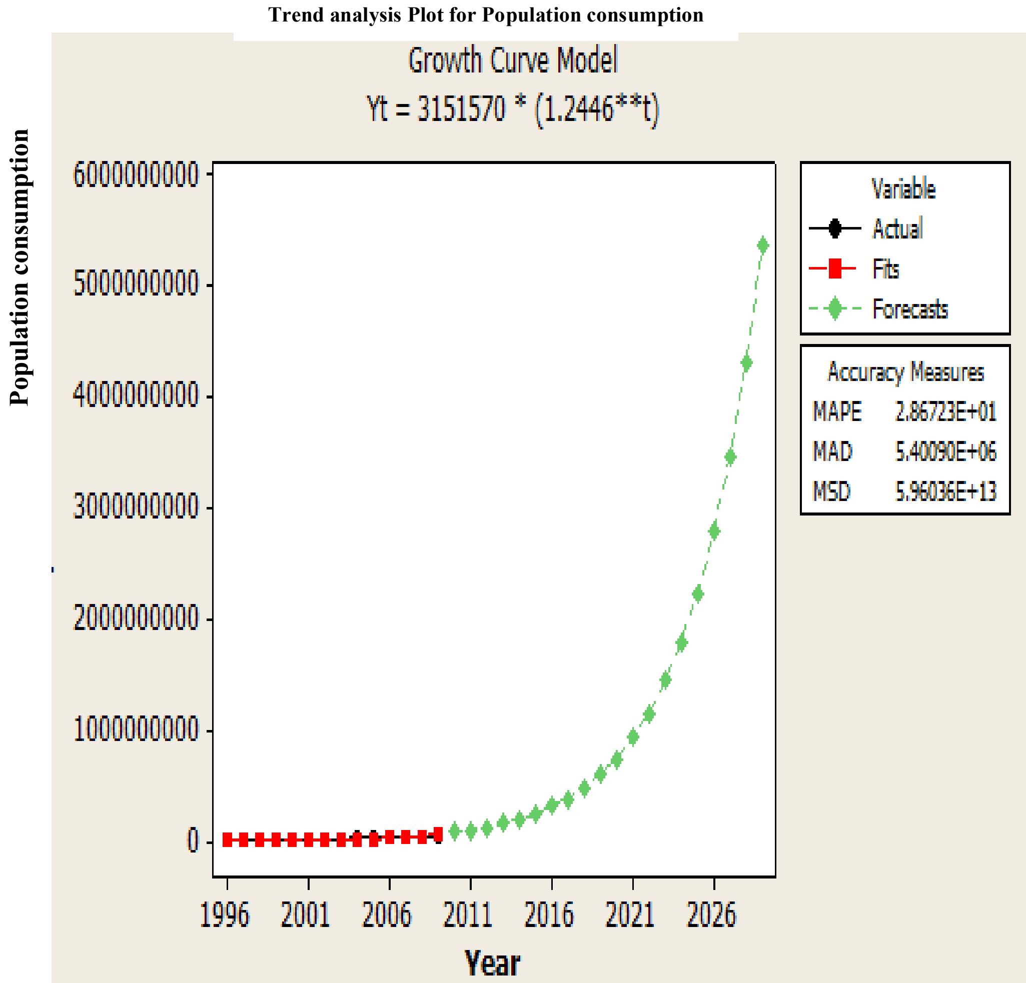
نتائج النموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

Y_t = 3151570 * (1.2446**t)		معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation
MAPE 2.86723E+01 MAD 5.40090E+06 MSD 5.96036E+13		مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures
Forecast	Period	قيم المتنبأ بها Forecast
٨٣,٩١٠,٨٧٤	٢٠١٠	
١٠٤,٤٣٢,٩٧٩	٢٠١١	
١٢٩,٩٧٤,١٨١	٢٠١٢	
١٦١,٧٦٢,٠٠٢	٢٠١٣	
٢٠١,٣٢٤,١٧٨	٢٠١٤	
٢٥٠,٥٦٢,٠٨٦	٢٠١٥	
٣١١,٨٤٢,١٢٣	٢٠١٦	
٣٨٨,١٠٩,٤٣٥	٢٠١٧	
٤٨٣,٠٢٩,٤٦٤	٢٠١٨	
٦٠١,١٦٤,١١٠	٢٠١٩	
٧٤٨,١٩٠,٩٧٨	٢٠٢٠	
٩٣١,١٧٦,٢٤٧	٢٠٢١	
١,١٥٨,٩١٤,٢٧٢	٢٠٢٢	
١,٤٤٢,٣٥٠,٢٤٨	٢٠٢٣	
١,٧٩٥,١٠٦,٢٣٦	٢٠٢٤	
٢,٢٣٤,١٣٥,٨٥٢	٢٠٢٥	
٢,٧٨٠,٥٣٩,٠٥٨	٢٠٢٦	
٣,٤٦٠,٥٧٦,٢٤٤	٢٠٢٧	
٤,٣٠٦,٩٣٠,٣٠٨	٢٠٢٨	
٥,٣٦٠,٢٧٧,٤١٢	٢٠٢٩	

يبين الجدول رقم (5) معادلة النموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك، ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه السكاني مستقبلاً. هذا ويبين الشكل رقم (7) رسم الانتشار للنموذج الأسي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010-2029م).

شكل رقم (7)

رسم الانتشار للنموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك



ب- تحليل التمهيد الأسي الفردي (Single Exponential Smoothing)

الشكل العام للنموذج $F_{t+1} = Ft + a(y_t - F_t)$

حيث أن:

α: معامل الترجيح (مقدار ثابت تتراوح قيمته بين صفر و واحد صحيح)

الجدول رقم (6)

نتائج نموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ثابت الترجيح (التمهيد) Smoothing Constant	Alpha 1.10066
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 1.51541E+01 MAD 3.07261E+06 MSD 1.99635E+13

قيم المتنبأ بها
Forecast

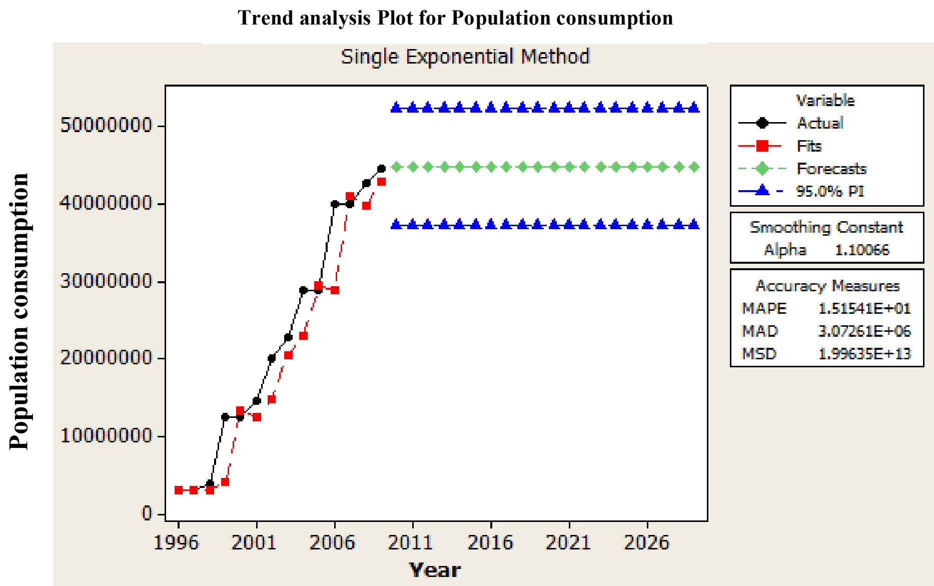
Upper	Lower	Forecast	Period
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٠
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١١
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٢
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٣
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٤
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٥
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٦
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٧
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٨
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠١٩
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠٢٠
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠٢١
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠٢٢
٥٢٢٤٧٣٨٥	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠٢٣
	٣٧١٩١٨٥١	٤٤,٧١٩,٦١٨	٢٠٢٤

٥٢٢٤٧٣٨٥		
٢٠٢٥	٤٤,٧١٩,٦١٨	٣٧١٩١٨٥١
٥٢٢٤٧٣٨٥		
٢٠٢٦	٤٤,٧١٩,٦١٨	٣٧١٩١٨٥١
٥٢٢٤٧٣٨٥		
٢٠٢٧	٤٤,٧١٩,٦١٨	٣٧١٩١٨٥١
٥٢٢٤٧٣٨٥		
٢٠٢٨	٤٤,٧١٩,٦١٨	٣٧١٩١٨٥١
٥٢٢٤٧٣٨٥		
٢٠٢٩	٤٤,٧١٩,٦١٨	٣٧١٩١٨٥١
٥٢٢٤٧٣٨٥		

يبين الجدول رقم (6) معادلة نموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه السكاني مستقبلاً. مع ملاحظة أن قيم التنبؤ ثابتة للفترة المستقبلية لذا فإن هذا النموذج صالح للتنبؤ بفترة مستقبلية واحدة فقط. هذا ويبين الشكل رقم (8) رسم الانتشار لنموذج التمهيد الأسي الفردي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010–2029م).

شكل رقم (8)

رسم الانتشار لنموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك



ج- (المفاضلة بين النماذج الأربعة):

يبين الجدول رقم (7) أن نموذج التمهيد الأسي الفردي كان أدق وأفضل النماذج الأربعة للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط مربع الأخطاء (MSD)، كما أنه حقق أقل قيمة لنسبة متوسط القيمة المطلقة للأخطاء (MAPE)، ولكنه صالح للتنبؤ بفترة واحدة فقط لذا يستخدم بعده النموذج التربيعي الذي يليه في الأفضلية والدقة للتنبؤ بالفترات المستقبلية المتبقية.

وبناءاً على ذلك فإن كمية استهلاك المياه السكاني المتوقع في عام 2010م تقدر بـ 44، 719، 618 م3/ سنـة كما يظهر في الجدول رقم (٦)، وفي عام 2011م تقدر بـ 55، 491، 873 م3/ سنـة وفي عام 2029م تقدر بـ 149، 539، 708 م3/ سنة كما يظهر في الجدول رقم (٤).

الجدول رقم (7)

المفاضلة بين النماذج الأربعة للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

النموذج الخطي	MAPE 1.98086E+01 MAD 1.88081E+06 MSD 5.11799E+12	
النموذج التربيعي	MAPE 1.80124E+01 MAD 1.76855E+06 MSD 4.64461E+12	يليه في الأفضلية
النموذج الأسي	MAPE 2.86723E+01 MAD 5.40090E+06 MSD 5.96036E+13	
نموذج التمهيد الأسي الفردي	MAPE 1.51541E+01 MAD 3.07261E+06 MSD 1.99635E+13	أفضل نموذج

د- **نماذج الانحدار الذاتي–التكاملي–المتوسط المتحرك**

(Autoregressive-Integrated-Moving Average Models (ARIMA))

تقوم نماذج الانحدار الذاتي–التكاملي–المتوسط المتحرك على افتراض أن السلاسل الزمنية يجب أن تكون مستقرة لذا لابد من التأكد من استقرار السلسلة الزمنية وإذا لم تكن

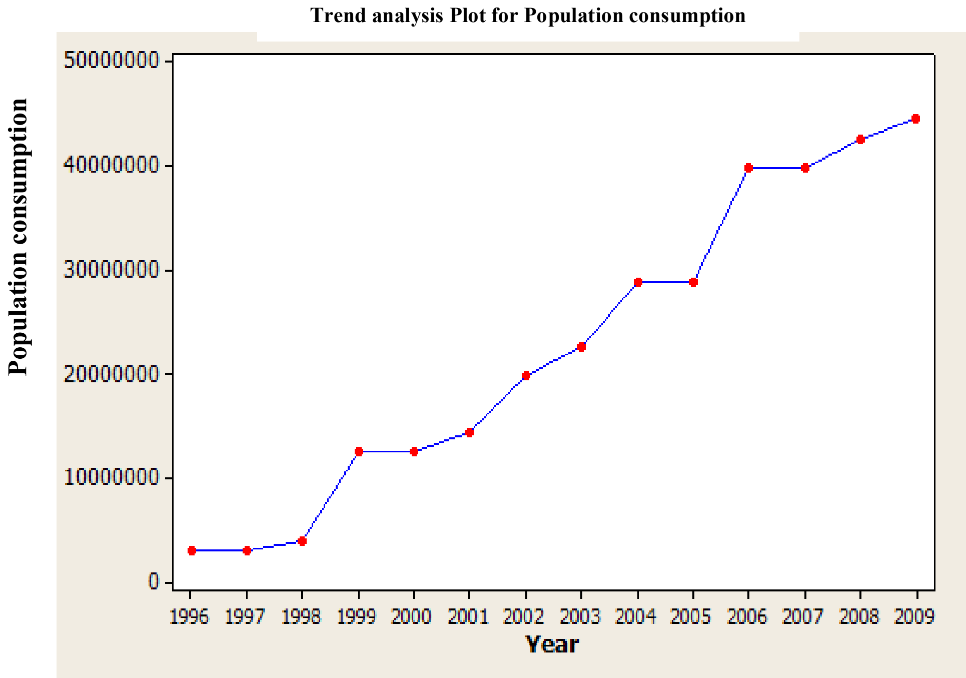
مستقرة يتم العمل على استقرارها من خلال استخدام الفروق أو البواقي وفيما يلي خطوات تحليل هذه النماذج.

1 – اختبار استقرار السلسلة (Stationary)

لاختبار استقرار السلسلة بيانياً تم تتبع السلسلة خلال فترة الدراسة المبينة في الشكل رقم (9) ويلاحظ عدم استقرار السلسلة حيث أنها متزايدة والاستقرار يعني ثبات تباين السلسلة خلال فترة الدراسة هذا وقد استخدمت دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي للتحقق من استقرار السلسلة وتؤكد نتائج الجدول رقم (8) عدم استقرار السلسلة وأن قيم السلسلة عند درجة الإبطاء الأولى تكون خارج منطقة قبول الاستقرار للسلسلة كما يوضحه الشكل في الجدول رقم (8).

شكل رقم (9)

السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م



الجدول رقم (8)

دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية لاستهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.805	0.805	11.161	0.001
		2	0.605	-0.120	18.002	0.000
		3	0.380	-0.199	20.943	0.000
		4	0.173	-0.108	21.616	0.000
		5	0.012	-0.033	21.620	0.001
		6	-0.168	-0.231	22.414	0.001
		7	-0.275	-0.001	24.841	0.001
		8	-0.381	-0.161	30.261	0.000
		9	-0.409	0.021	37.770	0.000
		10	-0.431	-0.148	48.168	0.000
		11	-0.386	0.068	59.306	0.000
		12	-0.279	0.068	67.996	0.000

ومن أجل العمل على استقرار السلسلة الزمنية تم أخذ فرق واحد لقيم السلسلة الزمنية ويلاحظ من الجدول رقم (٩) استقرار السلسلة الزمنية حيث أن قيم السلسلة عند جميع درجات الإبطاء تكون ضمن منطقة قبول الاستقرار للسلسلة.

الجدول رقم (9)

دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لفرق واحد للسلسلة الزمنية لاستهلاك المياه السكاني في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.528	-0.528	4.5333	0.033
		2	0.126	-0.212	4.8152	0.090
		3	-0.035	-0.096	4.8393	0.184
		4	0.079	0.058	4.9750	0.290
		5	0.000	0.119	4.9750	0.419
		6	-0.288	-0.334	7.2887	0.295
		7	0.309	-0.048	10.401	0.167
		8	-0.142	0.012	11.189	0.191
		9	-0.106	-0.226	11.732	0.229
		10	0.032	-0.178	11.797	0.299
		11	0.028	-0.118	11.871	0.373
		12	0.025	-0.107	11.996	0.446

2- نموذج (1, 0,0)ARIMA،

يبين الجدول رقم (10) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,0,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (20.38) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (13.4) بقيمة احتمالية بلغت (0.266) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية (Ho)(*) للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,0,0) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (10)

نتائج نموذج ARIMA(1,0,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1,0,0)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	1.0148	0.0498	20.38	0.000*
Residuals				
SS	261773808729872	MS	20136446825375	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	13.4			
DF	11			
P-Value	0.266			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	45209315	36412307	54006323
16	45880189	33346694	58413684
17	46561019	31095813	62026225
18	47251951	29259983	65243920
19	47953137	27685507	68220767
20	48664728	26294079	71035376
21	49386878	25039476	73734280
22	50119745	23891759	76347730
23	50863486	22830253	78896720
24	51618265	21839986	81396543
25	52384243	20909716	83858770
26	53161589	20030752	86292425
27	53950469	19196215	88704723
28	54751056	18400554	91101558

(*) الفرضية العدمية لاختبار كاي تربيع Ho = أن السلسلة مستقرة.

29	55563523	17639212	93487835
30	56388047	16908396	95867697
31	57224806	16204912	98244699
32	58073981	15526036	100621927
33	58935758	14869426	103002091
34	59810324	14233051	105387596

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مقبول

٣- نموذج (0,0,1) ARIMA

يبين الجدول رقم (11) نتائج صلاحية نموذج (0,0,1) ARIMA للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (3.35) بقيمة احتمالية بلغت (0.005) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (42.9) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية البديلة للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة غير مستقرة في هذا النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج (0,0,1) ARIMA مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (11)

نتائج نموذج(0,0,1) ARIMAللتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(٠,0,1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
MA 1	-0.8736	0.2610	-3.35	0.005*
Residuals				
SS	3294054889665115	MS	253388837666547	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	42.9			
DF	11			
P-Value	0.000*			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	17544637	-13661306	48750580
16	0	-41435996	41435996
17	0	-41435996	41435996
18	0	-41435996	41435996
19	0	-41435996	41435996
20	0	-41435996	41435996
21	0	-41435996	41435996
22	0	-41435996	41435996
23	0	-41435996	41435996
24	0	-41435996	41435996
25	0	-41435996	41435996

26	0	-41435996	41435996
27	0	-41435996	41435996
28	0	-41435996	41435996
29	0	-41435996	41435996
30	0	-41435996	41435996
31	0	-41435996	41435996
32	0	-41435996	41435996
33	0	-41435996	41435996
34	0	-41435996	41435996

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مقبول

4- نموذج ARIMA(1,0,1)

يبين الجدول رقم (12) نتائج صلاحية نموذج ARIMA (1,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك إذ بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (14.39) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (0.05) بقيمة احتمالية بلغت (0.847)، وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA (1,0,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (12)

نتائج نموذج ARIMA (1,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1,0,1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	1.0126	0.0678	14.93	0.000*
MA 1	-0.0701	0.3552	-0.20	0.847
Residuals				
SS	262865693586074	MS	21905474465506	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	14.7			
DF	10			
P-Value	0.144			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	45198486	36023194	54373778
16	45766312	32243320	59289303
17	46341270	29487436	63195105
18	46923452	27231058	66615847
19	47512948	25283420	69742477
20	48109850	23549665	72670036
21	48714251	21974567	75453934
22	49326244	20522676	78129813
23	49945926	19169656	80722197
24	50573393	17897963	83248824
25	51208743	16694463	85723024
26	51852075	15549029	88155121
27	52503489	14453659	90553319
28	53163086	13401902	92924271

29	53830970	12388470	95273471
30	54507245	11408963	97605527
31	55192016	10459677	99924354
32	55885389	9537453	102233324
33	56587473	8639579	104535367
34	57298377	7763697	106833058

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مرفوض

5- نموذج ARIMA(1,1,0)

يبين الجدول رقم (13) نتائج صلاحية نموذج ARIMA (1,1,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (0.70) بقيمة احتمالية بلغت (0.497) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA (1,1,0) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (13)

نتائج نموذج ARIMA(1,1,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1,1,0)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	0.1996	0.2849	0.70	0.497
Residuals				
SS	273865987619853	MS	22822165634988	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	15.3			
DF	11			
P-Value	0.167			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	44945271	35579965	54310578
16	45024510	30398430	59650590
17	45040325	26367973	63712678
18	45043482	23017921	67069042
19	45044111	20105361	69982862
20	45044237	17497429	72591046
21	45044262	15115583	74972942
22	45044267	12909740	77178795
23	45044268	10845871	79242666
24	45044269	8899656	81188881
25	45044269	7053011	83035526
26	45044269	5292057	84796480

27	45044269	3605868	86482669
28	45044269	1985661	88102876
29	45044269	424247	89664290
30	45044269	-1084345	91172882
31	45044269	-2545139	92633676
32	45044269	-3962408	94050945
33	45044269	-5339826	95428363
34	45044269	-6680577	96769115
مرفوض			

6- نموذج ARIMA(0,1,1)

يبين الجدول رقم (14) نتائج صلاحية نموذج **(0,1,1)** ARIMA للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (0.35) بقيمة احتمالية بلغت (0.733) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج **(0,1,1)** ARIMA مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (14)

نتائج نموذج ARIMA(0,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(،٠1 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
MA 1	-0.1007	0.2882	-0.35	0.733
Residuals				
SS	279488375556271	MS	23290697963023	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	13.8			
DF	11			
P-Value	0.244			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	44719618	35258666	54180569
16	44719618	30650292	58788943
17	44719618	27215840	62223396
18	44719618	24352523	65086713
19	44719618	21844853	67594383
20	44719618	19586150	69853086
21	44719618	17514333	71924903
22	44719618	15589499	73849737
23	44719618	13784199	75655037
24	44719618	12078593	77360642
25	44719618	10457791	78981445
26	44719618	8910274	80528962
27	44719618	7426918	82012317
28	44719618	6000349	83438886

29	44719618	4624505	84814731
30	44719618	3294331	86144905
31	44719618	2005560	87433675
32	44719618	754552	88684684
33	44719618	-461831	89901067
34	44719618	-1646315	91085550
مرفوض			

7-نموذج ARIMA(1,1,1)

يبين الجدول رقم (15) نتائج صلاحية نموذج ARIMA (1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك إذ بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (36.48) بقيمة احتمالية بلغت (0.000)، وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (3.89) بقيمة احتمالية بلغت (0.003) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا وقد بلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (12.1) بقيمة احتمالية بلغت (0.276)، وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA (1,1,1) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (15)

نتائج نموذج ARIMA(1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(،1 ،1 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	1.0007	0.0272	36.84	0.000*
MA 1	0.9690	0.2489	3.89	0.003*
Residuals				
SS	161063174987734	MS	14642106817067	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	12.1			
DF	10			
P-Value	0.276			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	47327540	39826087	54828992
16	50108868	39330535	60887200
17	52892235	39482605	66301866
18	55677644	39951063	71404226
19	58465096	40609825	76320368
20	61254592	41395309	81113876
21	64046134	42270372	85821896
22	66839723	43211220	90468226
23	69635361	44201606	95069116

24	72433049	45229908	99636191
25	75232789	46287505	104178073
26	78034582	47367826	108701339
27	80838430	48465740	113211121
28	83644335	49577167	117711502
29	86452297	50698814	122205779
30	89262318	51827983	126696653
31	92074400	52962440	131186361
32	94888545	54100317	135676772
33	97704753	55240040	140169466
34	100523027	56380270	144665784

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مقبول

8- المفاضلة بين النماذج:

يبين الجدول رقم (16) أن نموذج ARIMA (1,1,1) كان أدق وأفضل من النموذج الآخر للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط المربعات (MS) وأقل قيمة لمجموع المربعات (SS). لذا يعتمد هذا النموذج للتنبؤ.

وبناءً على ذلك فإن كمية استهلاك المياه السكاني المتوقع في عام 2010م كما يظهر في الجدول رقم (١٥) تقدر بـ47، 327، 540 م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 50، 108، 868 م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 100، 523، 027 م3/ سنة.

الجدول رقم (16)

المفاضلة بين نموذج ARIMA(1,0,0) ونموذج ARIMA(1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك

نموذج ARIMA(1,0,0)	261,773,808,729,872	SS	
	20,136,446,825,375	MS	
نموذج ARIMA(1,1,1)	161,063,174,987,734	SS	أفضل نموذج
	14,642,106,817,067	MS	
نموذج ARIMA(0,0,1)	3,294,054,889,665,115	SS	
	253,388,837,666,547	MS	

2.1.4 الإجابة عن السؤال الثاني، الذي نصه " ما كمية استهلاك المياه الزراعية المتوقعة في مدينة تبوك للفترة 2009-2029م وكيف تؤثر معرفة كمية استهلاك المياه الزراعية المتوقعة على التخطيط التنموي؟"

للإجابة عن هذا السؤال استخدم تحليل السلاسل الزمنية للبيانات التي جمعت من فرع وزارة الزراعة بمنطقة تبوك، ووزارة الزراعة بالرياض، حيث تمت مقابلة المعنيين والاتصال والتنسيق معهم، ويبين الجدول رقم (17) تطور المساحة والإنتاج لمجموعات المحاصيل الزراعية النباتية الرئيسية بمنطقة تبوك وذلك للفترة من 1996م وحتى 2009م.

الجدول رقم (17)

تطور المساحة والإنتاج لمجموعات المحاصيل الزراعية النباتية الرئيسية بمنطقة تبوك خلال الفترة 1996-2009م

السنة	إجمالي الحبوب		إجمالي الخضروات		إجمالي الفواكه		إجمالي الأعلاف	
	مساحة هكتار	إنتاج طن	مساحة هكتار	إنتاج طن	مساحة هكتار	إنتاج طن	مساحة هكتار	إنتاج طن
١٩٩٦	٢٤٣٩٩	١٤٤٢٨٠	٧٦٨٢	١٤٥٤٠١	١٠٥٧٤	١٢٤٧٦٤	٥٩١٢	٨٤٩٧٥
١٩٩٧	٢٢٣٧٤	١٣٥١٠٠	٦٧٨٢	١٢٢١٤٥	١١٣٨٨	١٤٦٦٩٤	٥٩١٢	٨٣٦٩٢
١٩٩٨	٢١٣٣٣	١٠٨٨٢٣	٥٦٦٦	١٢٢٧٤١	١٢٢٣٦	١٣٨٠٠٢	٨١٣٩	٩٨٦٦٣
١٩٩٩	١٤٦٨٨	٧٠٢٨٤	٣٥٢٤	٨٤٠٧١	١٢٦٠٢	٩١٦٨١	٤٤٥٠٨	٣٢٩٠٤٠
٢٠٠٠	١٤٨٢٥	٧٨٩١٠	٣٤٣٥	٧٩٠٩٨	١٢٨١٠	١٠٩٤٤٣	٢٣٩٦٤	٣٥٤٧٦
٢٠٠١	٢٣٤٦١	١٣٤٠٤٥	٢٤٨٥	٧١٩٧٣	١١٦٢٥	١٠٢٣٦٨	١٣٦٨٥	١٢٩٨٦٧
٢٠٠٢	٢٣٥٦٠	١٤١٨٦٥	٢٧٢١	٧١٨١٨	١١٣١١	١٠٦٢٣٣	١٥٧٠٩	٢٥٥٣٦٨
٢٠٠٣	٢٢٧١١	١٣٦٥٣٣	٢٧٣٨	٧٣٤١٥	١١٥٠٧	١٠٤٠٩٤	١٦٧٣٢	٢٢٥٨٨١
٢٠٠٤	٣٣٧٢٤	٢٠٩١٠٠	٣٢١٤	٩٣١٩٣	١١٢٧٠	١٠٦٦١٧	٩٧٠٣	١٧٨٨٠٠
٢٠٠٥	٣١٣٠٢	٢٠٩٦٢٤	٣٥١٧	٩٠٦٢٧	١١٨٧٠	١٢٧٨٠٢	٨٧٧٠	١٦١٨٤٤
٢٠٠٦	٣١٠٨٣	٢٠٣٦٢٧	٣٧٤٧	٩٧٠٤٩	١٠٨٤٦	١٠٦٤١٣	٧٧٦١	١٤٥٨٢٦
٢٠٠٧	٣٢١٤٥	٢٠٤٤٨٥	٣٨٣١	١٠٣٩٩٠	١٠٩٩٩	١١٣٦٧٠	٨٢٨٩	١٧٥٦٦٦
٢٠٠٨	٢٨٨٠٥	١٨٨٢١٥	٣٦٠٢	١١١١٥٤	١٠٤٤٤	٩٢٣٣٨	٩٣٦٥	١٩٥٤٩٩
٢٠٠٩	١٨١٨٧	١١٦٩٥٠	٣٨١٣	١٢٠٠٤٤	٩٨٩٣	٧٤٩٧٨	٩١٩٣	١٩٢٠٥٠

المصدر :ادارة الدراسات والتخطيط والإحصاء بالتعاون مع الإدارة العامة لشؤون الزراعة بمنطقة تبوك وكتب الاحصاء السنوي لوزارة الزراعة

وبالاعتماد على البيانات الواردة في الجدول رقم (17) تم حساب كميات استهلاك المياه الزراعية باستخدام تحليل الحساسية للموارد المائية والعائد النقدي لكمية المياه اللازمة للوحدة الأرضية (الهكتار) والموضح في الجدول رقم (18).

الجدول رقم (18)

متوسط الإنتاجية والاحتياجات المائية للهكتار والعائد الفيزيقي والنقدي للموارد المائية المستخدمة في كل من المزارع التقليدية والمتخصصة بالمملكة خلال الفترة 1995-1998 م

المحصول	الإنتاجية (طن/هكتار)		الاحتياجات المائية ألف م^3/هكتار		العائد الفيزيقي طن/هكتار/ألف م^3		العائد النقدي ريال/هكتار/ألف م^3	
	التقليدية	المتخصصة	التقليدية	المتخصصة	التقليدية	المتخصصة	التقليدية	المتخصصة
الحبوب								
القمح	٤.٠٨	٤.٨٨	٩.٠٤	٧.١٠	٠.٤٥	٠.٦٩	٥٨٧.٥١	٩٠٠.٨٥
الشعير	٣.٩٢	٥.٧٠	٨.٦١	٦.٧٧	٠.٤٦	٠.٨٤	٢٤٨.٤٥	٤٥٣.٦٩
الذرة الرفيعة	١.٠٨	-	١٨.٨٥	-	٠.٠٦	-	٦٣.٤٨	-
الذرة الشامية	١.٩٢	-	١٧.٨٧	-	٠.١١	-	٦٢.٤٤	-
الأعلاف								
البرسيم	١٣.٢٠	١٢.٨٥	٤٥.٩٧	٣٥.٠٥	٠.٢٩	٠.٣٧	١٣٠.٥٠	١٦٦.٥٠
الخضراوات								
البطاطس	١٨.٣١	١٩.٠٤	٨.٩٦	٦.٧٣	٢.٠٤	٢.٨٣	١٥٨٠.٦٩	٢١٩٢.٨٢
الطماطم	١٥.٤٦	١١٠.٢٧	٩.٥٤	٧.٣٠	١.٦٢	١٥.١١	٢٤٤٨.٣٨	٢٢٨٣٦.٥٠
البصل	١٤.٦٠	-	٧.٧٣	-	١.٨٩	-	١٢٩٦.٣٧	-
الخيار	١٣.٨٠	٦٠.٠٦	٨.٣٩	٦.٤٥	١.٦٤	٩.٣١	٢٣٣٨.٦٤	١٣٢٧٦.٠٦
الباميا	٤.٩٢	-	٨.٩٨	-	٠.٥٥	-	١٨٥٤.١٣	-

البطيخ	١٧.٤٩	–	٩.٠٢	–	١.٩٤	–	١٩٤٠.٠٠	–
الفاكهة*								
التمور	٦.١٥		٢٧.٦٦		٠.٢٢		١١٣١.٢٤	
العنب	١٢.٤٥		٢٣.٣٨		٠.٥٣		١٢٨٧.٧٣	
الموالح	٦.٥٤		٣٠.٩٥		٠.٢١		٥٢٥.٠٠	

* البيانات الخاصة بالفاكهة تشمل المزارع التقليدية والمتخصصة معا.

المصدر :(غانم والرويس، ٢٠٠٤). التركيب المحصولي الراهن والمقترح في ضوء اعتبارات الأمن المائي بالمملكة العربية السعودية، **مجلة جامعة الملك سعود، م ١٧، العلوم الزراعية(١)، ص٣٠.**

ويبين الجدول رقم (19) كميات المياه المستهلكة زراعياً وفقاً للمعلومات التي تم جمعها والحصول عليها مسبقاً من المساحات والكميات المنتجة لمجموعات المحاصيل الزراعية في منطقة تبوك والاحتياجات المائية لها المبينة في الجدول رقم (18) لتكون كمية المياه المستهلكة وفقاً لما هو مبين في الجدول أدناه.

الجدول رقم (19)

استهلاك المياه للزراعة في تبوك للفترة 1996-2009م

السنة	إجمالي الحبوب		إجمالي الخضروات		إجمالي الفواكه		إجمالي الأعلاف		إجمالي
	مساحة	كمية المياه المستهلكة	مساحة	كمية المياه المستهلكة	مساحة	كمية المياه المستهلكة	مساحة	كمية المياه المستهلكة	كمية المياه المستهلكة ألف م٣/سنة
١٩٩٦	٢٤٣٩٩	169207.065	٧٦٨٢	59164.20	١٠٥٧٤	288987.42	٥٩١٢	207215.6	724574.3
١٩٩٧	٢٢٣٧٤	155163.69	٦٧٨٢	52232.703	١١٣٨٨	311234.04	٥٩١٢	207215.6	725846
١٩٩٨	٢١٣٣٣	145704.48	٥٦٦٦	37026.03	١٢٢٣٦	330188.9	٨١٣٩	285271.95	798191.4
١٩٩٩	١٤٦٨٨	103770.66	٣٥٢٤	24177.85	١٢٦٠٢	342038.33	٤٤٥٠٨	929105.4	1399092
٢٠٠٠	١٤٨٢٥	104325.7	٣٤٣٥	23593.56	١٢٨١٠	348303.54	٢٣٩٦٤	839938.2	1316161
٢٠٠١	٢٣٤٦١	165691.16	٢٤٨٥	16987.52	١١٦٢٥	303858.26	١٣٦٨٥	479659.25	966196.2
٢٠٠٢	٢٣٥٦٠	166945.37	٢٧٢١	18542.27	١١٣١١	296251.33	١٥٧٠٩	550600.45	1032339
٢٠٠٣	٢٢٧١١	160514.51	٢٧٣٨	19226.87	١١٥٠٧	298683.87	١٦٧٣٢	586456.6	1064882
٢٠٠٤	٣٣٧٢٤	238787.33	٣٢١٤	22455.09	١١٢٧٠	289106.71	٩٧٠٣	340090.15	890439.3
٢٠٠٥	٣١٣٠٢	221925.6	٣٥١٧	24460.98	١١٨٧٠	302035.44	٨٧٧٠	307388.5	855810.5
٢٠٠٦	٣١٠٨٣	220624.59	٣٧٤٧	25534	١٠٨٤٦	278419.56	٧٧٦١	272023.05	796601.2
٢٠٠٧	٣٢١٤٥	228169.86	٣٨٣١	25823.64	١٠٩٩٩	281880.05	٨٢٨٩	325579.45	861453
٢٠٠٨	٢٨٨٠٥	204606.37	٣٦٠٢	24344.26	١٠٤٤٤	268785.93	٩٣٦٥	328243.25	825979.8
٢٠٠٩	١٨١٨٧	129251.36	٣٨١٣	25782.84	٩٨٩٣	255064.82	٩١٩٣	322214.65	732313.7

يلاحظ من الجدول رقم (19) أن هناك تذبذباً في كمية استهلاك المياه لزراعة الحبوب في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م. إذ أخذت كمية استهلاك المياه في الانخفاض من عام 1996م حتى عام 1999م وقد بلغت 103770.66 ألف م3/سنة،

ومن ثم أخذت في الارتفاع لتصل في عام 2002م إلى 166945.37 ألف م3/سنة، ثم عادت وانخفضت في عام 2003م لتصل إلى 160514.51 ألف م3/سنة، ثم ارتفعت مجدداً في 2004م لتبلغ 238787.33 ألف م3/سنة، وانخفضت مرة أخرى حتى وصلت عام 2006م إلى 220624.59 ألف م3/سنة، وارتفعت في عام 2007م لتصل إلى 228169.86 ألف م3/سنة، وأخذت بعد ذلك في الانخفاض لتصل في عام 2009م إلى 129251.36 ألف م3/سنة.

ويشير الجدول كذلك إلى أن هناك تذبذباً أيضاً في كمية استهلاك المياه لزراعة الخضراوات في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م، حيث أخذت كمية استهلاك المياه في الانخفاض من عام 1996م حتى عام 2001م حيث بلغت 16987.52 ألف م3/سنة، ومن ثم أخذت في الارتفاع لتصل في عام 2007م إلى 25823.64 ألف م3/سنة، ثم عادت وانخفضت في عام 2008م لتصل إلى 24344.26 ألف م3/سنة، ثم ارتفعت مجدداً في عام 2009م فبلغت 25782.84 ألف م3/سنة.

ويبين الجدول أيضاً أن هناك تذبذباً في كمية استهلاك المياه لزراعة الفواكه في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م، إذ أخذت كمية استهلاك المياه في الارتفاع من عام 1996م حتى عام 2000م وقد بلغت 348303.54 ألف م3/سنة، ومن ثم أخذت في الانخفاض لتصل في عام 2002م إلى 296251.33 ألف م3/سنة، ثم عادت وارتفعت في عام 2003م لتصل إلى 298683.87 ألف م3/سنة، ثم انخفضت مجدداً في عام 2004م فبلغت 289106.71 ألف م3/سنة، وثم ارتفعت في عام 2005م فبلغت 302035.44 ألف م3/سنة، وانخفضت في عام 2006م فبلغت 278419.56 ألف م3/سنة، وارتفعت في عام 2007م فبلغت 281880.05 ألف م3/سنة، وأخذت بعد ذلك في الانخفاض لتصل في عام 2009م إلى 255064.82 ألف م3/سنة.

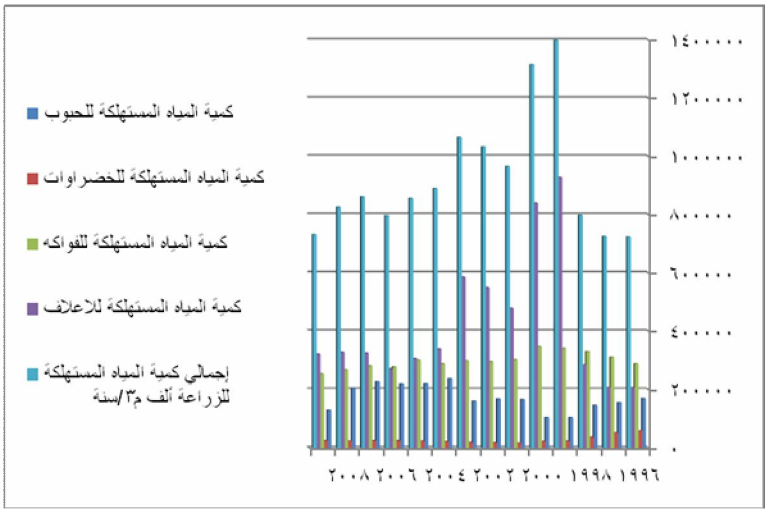
ويلاحظ من الجدول أيضاً أن هناك تذبذب في كمية استهلاك المياه للأعلاف في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م، إذ أخذت كمية استهلاك المياه في الارتفاع المضطرد من عام 1996م حتى عام 1999م حيث بلغت 929105.4 ألف م3/سنة ومن ثم انخفضت في عام 2001م لتصل إلى 479659.25 ألف م3/سنة، ثم عادت وارتفعت لتصل في عام 2003م إلى 586456.6 ألف م3/سنة، ثم انخفضت مجدداً في عام 2006م لتبلغ 272023.05 ألف م3/سنة، وارتفعت مرة أخرى حتى وصلت عام

2008م إلى 328243.25 ألف م3/سنة وأخذت بعد ذلك في الإنخفاض لتصل في عام 2009م إلى 322214.65 ألف م3/سنة.

وأخيراً يبين الجدول أيضاً أن هناك تذبذباً في كمية استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م حيث أخذت كمية استهلاك المياه في الارتفاع من عام 1996م حتى عام 1999م حيث بلغت 1399092 ألف م3/سنة، ومن ثم أخذت في الانخفاض في عام 2001م فبلغت 966196.2 ألف م3/سنة، ثم عادت وارتفعت في عام 2003م لتصل إلى 1064882 ألف م3/سنة، ثم انخفضت مجدداً حتى عام 2006م فبلغت 796601.2 ألف م3/سنة، وثم ارتفعت في عام 2007م فبلغت 861453 ألف م3/سنة، وأخذت بعد ذلك في الانخفاض لتصل في عام 2009م إلى 732313.7 ألف م3/سنة. هذا ويبين الشكل رقم (10) تطور استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م.

شكل رقم (10)

تطور استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م



كما تم استخراج التغيير النسبي في استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م، ويبين الجدول رقم (20) ذلك.

الجدول رقم (20)

التغير النسبي في استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م

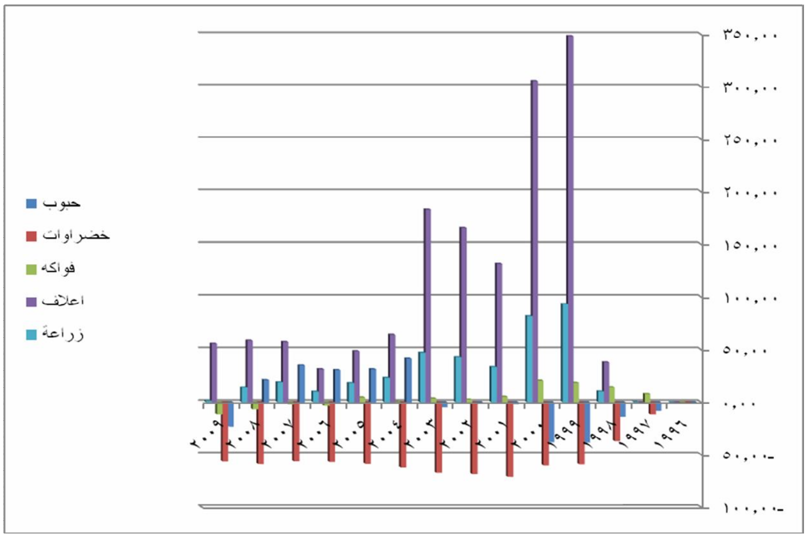
م	السنة	حبوب	خضراوات	فواكه	اعلاف	زراعة
١	١٩٩٦	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠
٢	١٩٩٧	٨.٣٠-	١١.٧٢-	٧.٧٠	٠.٠٠	٠.١٨

٣	١٩٩٨	١٣.٨٩-	٣٧.٤٢-	١٤.٢٦	٣٧.٦٧	١٠.١٦
٤	١٩٩٩	٣٨.٦٧-	٥٩.١٣-	١٨.٣٦	٣٤٨.٣٨	٩٣.٠٩
٥	٢٠٠٠	٣٨.٣٤-	٦٠.١٢-	٢٠.٥٣	٣٠٥.٣٥	٨١.٦٥
٦	٢٠٠١	٢.٠٨-	٧١.٢٩-	٥.١٥	١٣١.٤٨	٣٣.٣٥
٧	٢٠٠٢	١.٣٤-	٦٨.٦٦-	٢.٥١	١٦٥.٧١	٤٢.٤٨
٨	٢٠٠٣	٥.١٤-	٦٧.٥٠-	٣.٣٦	١٨٣.٠٢	٤٦.٩٧
٩	٢٠٠٤	٤١.١٢	٦٢.٠٥-	٠.٠٤	٦٤.١٢	٢٢.٨٩
١٠	٢٠٠٥	٣١.١٦	٥٨.٦٦-	٤.٥٢	٤٨.٣٤	١٨.١١
١١	٢٠٠٦	٣٠.٣٩	٥٦.٨٤-	٣.٦٦-	٣١.٢٨	٩.٩٤
١٢	٢٠٠٧	٣٤.٨٥	٥٦.٣٥-	٢.٤٦-	٥٧.١٢	١٨.٨٩
١٣	٢٠٠٨	٢٠.٩٢	٥٨.٨٥-	٦.٩٩-	٥٨.٤١	١٤.٠٠
١٤	٢٠٠٩	٢٣.٦١-	٥٦.٤٢-	١١.٧٤-	٥٥.٥٠	١.٠٧

يلاحظ من الجدول رقم (20) أن نسبة التغير النسبي في كمية استهلاك المياه لزراعة الحبوب في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م قد انخفضت حتى عام 2003م حيث بلغت نسبة التغير –5.14% ثم أخذت في الارتفاع لتصل في عام 2008م إلى 20.92% وانخفضت بعد ذلك في عام 2009م فبلغت –23.61%. أما فيما يتعلق بنسبة التغير النسبي في كمية استهلاك المياه لزراعة الخضراوات في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م قد انخفضت طول فترة الدراسة لتصل في عام 2009م إلى –56.42%. أما بالنسبة للتغير النسبي في كمية استهلاك المياه لزراعة الفواكه في مدينة تبوك للفترة من 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م قد ارتفعت حتى عام 2005م وانخفضت بعد ذلك لتصل في عام 2009م إلى –11.74%. وفيما يتعلق بالتغير النسبي في كمية استهلاك المياه للأعلاف في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م قد ارتفعت طول فترة الدراسة وكان أعلى ارتفاع لها في عام 1999م حيث بلغت 348.38%. وأخيرا يبين الجدول أن التغير النسبي في كمية استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م قد ارتفعت طول فترة الدراسة وكان أعلى ارتفاع لها في عام 1999م حيث بلغت 93.09%. هذا ويبين الشكل رقم (11) التغير النسبي في استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م.

شكل رقم (11)

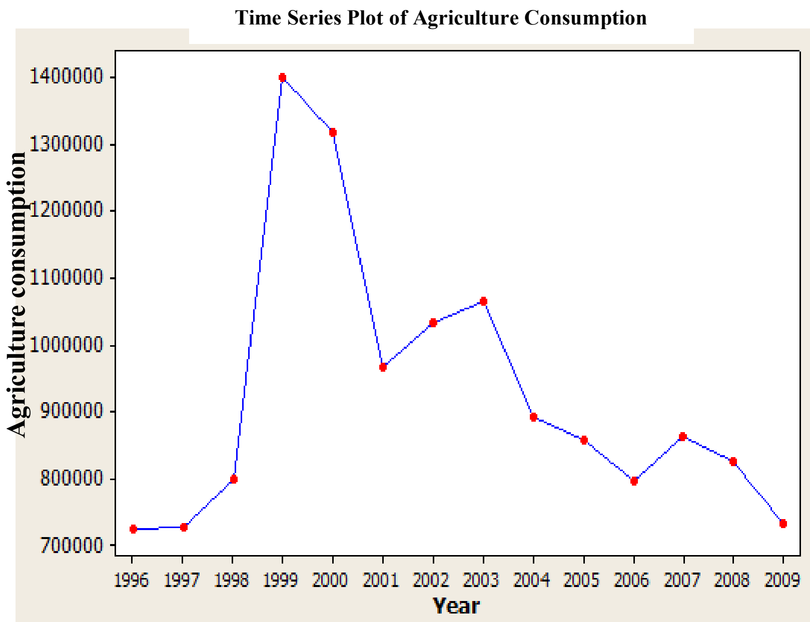
التغير النسبي في استهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م



ومن أجل تحليل السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م تم رسمها للتعرف على اتجاهها وشكلها وذلك لإجمالي المياه للزراعة ويبين الشكل رقم (12) ذلك.

شكل رقم (12)

السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م



يلاحظ من شكل السلسلة الزمنية أنها أخذت شكل الاتجاه الطردي حتى عام 1999م، ثم أخذت شكل الاتجاه العكسي حتى عام 2009م وكان هذا التغير المطرِّد

بسبب القرار الإداري بتقنين الزراعة على مستوى المملكة وظهر ذلك من خلال خطط التنمية الخمسية وخاصةً خلال خطة التنمية السابعة عام (2000–2004م)، هذا وتم تحليل السلسلة بالاعتماد على نماذج التنبؤ الثابتة (الاتجاه، والتمهيد الأسي)، بالإضافة إلى استخدام نماذج التنبؤ العشوائية (ARIMA)، وذلك لاختيار أفضل وأدق تلك النماذج للتنبؤ باستهلاك المياه الزراعي مستقبلاً، وذلك على النحو التالي:

أ- تحليل الاتجاه العام (Trend Analysis):

1 -النموذج الخطي (Linear Trend Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 \,.\, B_1^{\,t}$

الجدول رقم (21)

نتائج النموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = 1009318 - 10862.6*t	
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 1.59572E+01 MAD 1.51137E+05 MSD 3.94965E+10	
قيم المتنبأ بها Forecast	Period	Forecast
	٢٠١٠	٨٤٦٣٧٩
	٢٠١١	٨٣٥٥١٧
	٢٠١٢	٨٢٤٦٥٤
	٢٠١٣	٨١٣٧٩١
	٢٠١٤	٨٠٢٩٢٩
	٢٠١٥	٧٩٢٠٦٦
	٢٠١٦	٧٨١٢٠٤
	٢٠١٧	٧٧٠٣٤١
	٢٠١٨	٧٥٩٤٧٨
	٢٠١٩	٧٤٨٦١٦
	٢٠٢٠	٧٣٧٧٥٣
	٢٠٢١	٧٢٦٨٩١
	٢٠٢٢	٧١٦٠٢٨
	٢٠٢٣	٧٠٥١٦٥
	٢٠٢٤	٦٩٤٣٠٣
	٢٠٢٥	٦٨٣٤٤٠

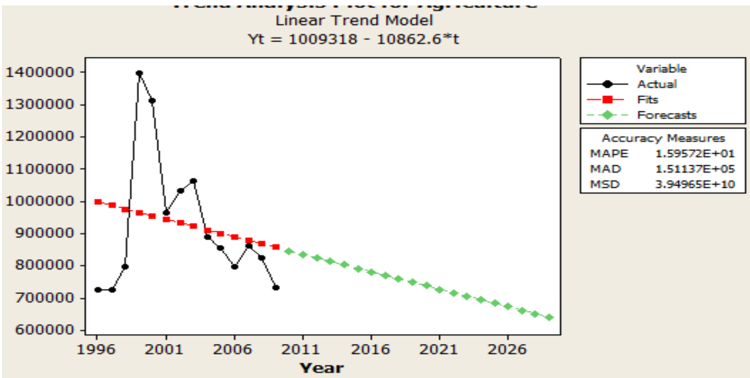
٦٧٢٥٧٨	٢٠٢٦
٦٦١٧١٥	٢٠٢٧
٦٥٠٨٥٣	٢٠٢٨
٦٣٩٩٩٠	٢٠٢٩

يبين الجدول رقم (21) معادلة النموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، ومقاييس دقة التنبؤ، وكمية استهلاك المياه للزراعة مستقبلاً. هذا ويبين الشكل رقم (13) رسم الانتشار للنموذج الخطي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة بعيدة عن القيم المقدرة ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010-2029م).

شكل رقم (13)

رسم الانتشار للنموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

Trend analysis Plot for Agriculture consumption



Agriculture consumption

2-النموذج التربيعي (Quadratic Trend Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 + B_1 t + B_2 t^2$

الجدول رقم (22)

نتائج النموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = 682289 + 111773*t - 8176*t**2
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 1.27810E+01 MAD 1.23820E+05 MSD 2.55933E+10
قيم المتنبأ بها Forecast	Forecast / Period
	٥١٩٣٥٠ / ٢٠١٠
	٣٧٧٦٧٦ / ٢٠١١
	٢١٩٦٥١ / ٢٠١٢

٤٥٢٧٤	٢٠١٣
١٤٥٤٥٥-	٢٠١٤
٣٥٢٥٣٤-	٢٠١٥
٥٧٥٩٦٦-	٢٠١٦
٨١٥٧٤٨-	٢٠١٧
١٠٧١٨٨٣-	٢٠١٨
١٣٤٤٣٦٨-	٢٠١٩
١٦٣٣٢٠٥-	٢٠٢٠
١٩٣٨٣٩٤-	٢٠٢١
٢٢٥٩٩٣٤-	٢٠٢٢
٢٥٩٧٨٢٥-	٢٠٢٣
٢٩٥٢٠٦٨-	٢٠٢٤
٣٣٢٢٦٦٢-	٢٠٢٥
٣٧٠٩٦٠٨-	٢٠٢٦
٤١١٢٩٠٥-	٢٠٢٧
٤٥٣٢٥٥٣-	٢٠٢٨
٤٩٦٨٥٥٣-	٢٠٢٩

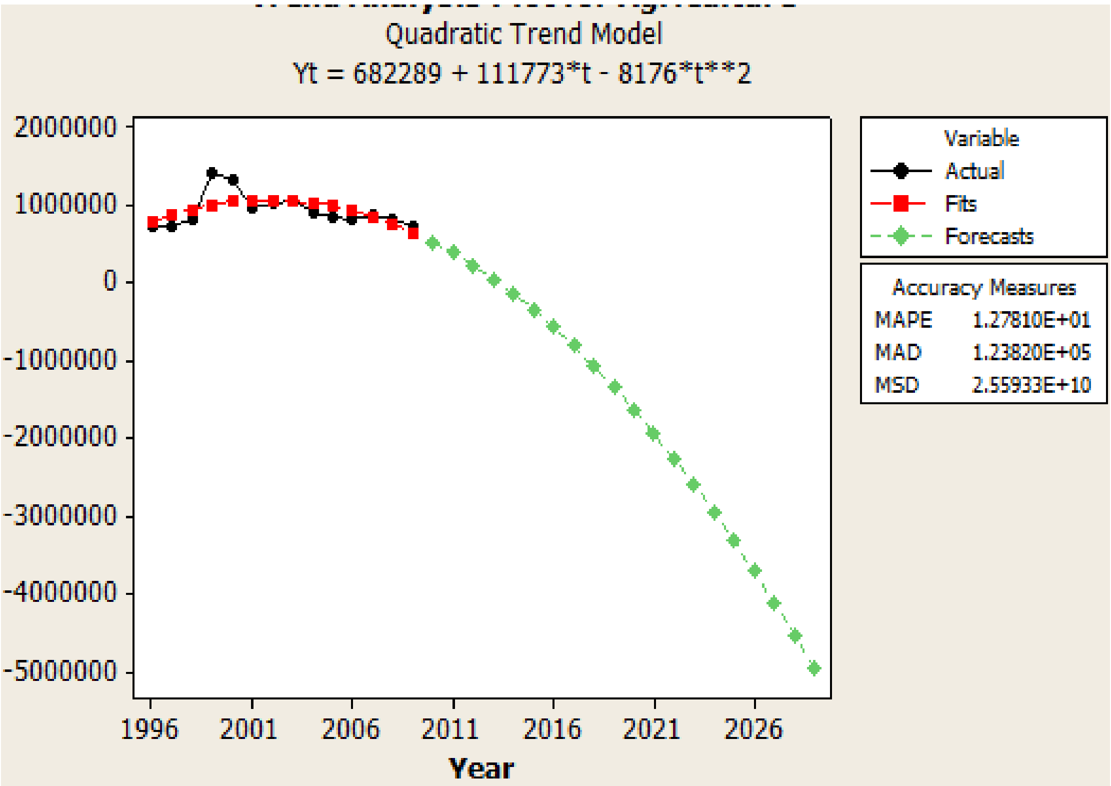
يبين الجدول رقم (22) معادلة النموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للزراعة مستقبلاً. هذا ويبين الشكل رقم (14) رسم الانتشار للنموذج التربيعي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة إلى حدٍ ما من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010–2029م).

شكل رقم (14)

رسم الانتشار للنموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

Trend analysis Plot for Agriculture consumption

Agriculture consumption



3-النموذج الأسي (Exponential Growth Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 + B_1 t$

الجدول رقم (23)

نتائج النموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

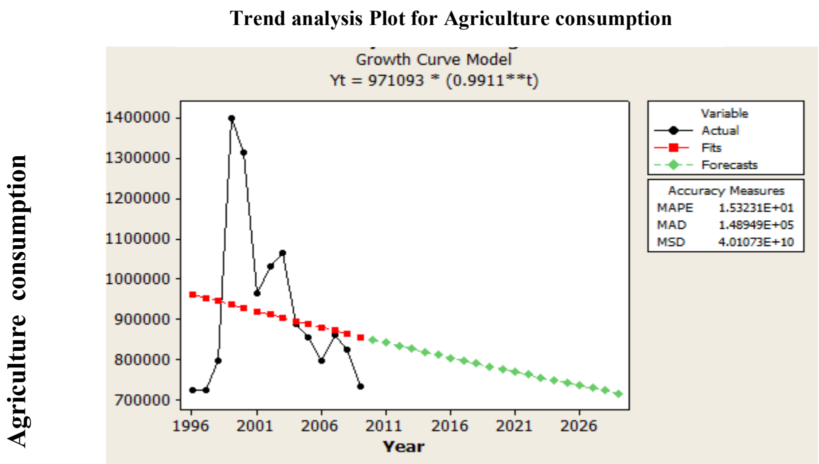
معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = 971093 * (0.9911**t)
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 1.53231E+01 MAD 1.48949E+05 MSD 4.01073E+10
قيم المتنبأ بها Forecast	Period Forecast ٢٠١٠ ٨٤٩٣٦٩ ٢٠١١ ٨٤١٨١٩ ٢٠١٢ ٨٣٤٣٣٦ ٢٠١٣ ٨٢٦٩٢٠ ٢٠١٤ ٨١٩٥٧٠ ٢٠١٥ ٨١٢٢٨٥

٢٠١٦	٨٠٥٠٦٤
٢٠١٧	٧٩٧٩٠٨
٢٠١٨	٧٩٠٨١٦
٢٠١٩	٧٨٣٧٨٧
٢٠٢٠	٧٧٦٨٢٠
٢٠٢١	٧٦٩٩١٥
٢٠٢٢	٧٦٣٠٧١
٢٠٢٣	٧٥٦٢٨٨
٢٠٢٤	٧٤٩٥٦٦
٢٠٢٥	٧٤٢٩٠٣
٢٠٢٦	٧٣٦٢٩٩
٢٠٢٧	٧٢٩٧٥٥
٢٠٢٨	٧٢٣٢٦٨
٢٠٢٩	٧١٦٨٣٩

يبين الجدول رقم (23) معادلة النموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للزراعة مستقبلاً. هذا ويبين الشكل رقم (15) رسم الانتشار للنموذج الأسي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة بعيدة عن القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010–2029م).

شكل رقم (15)

رسم الانتشار للنموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك



ب- تحليل التمهيد الأسي الفردي (Single Exponential Smoothing)

الشكل العام للنموذج $F_{t+1} = F_t + a(y_t - F_t)$

حيث أن: α: معامل الترجيح (مقدار ثابت تتراوح قيمته بين صفر والواحد صحيح)

الجدول رقم (24)

نتائج نموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ثابت الترجيح (التمهيد) Smoothing Constant	Alpha 1.01628			
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 1.14724E+01			
	MAD 1.19894E+05			
	MSD 3.93177E+10			
قيم المتنبأ بها Forecast	Period	Forecast	Lower	Upper
	٢٠١٠	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١١	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٢	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٣	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٤	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٥	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٦	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٧	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٨	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠١٩	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٠	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢١	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٢	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٣	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٤	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٥	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٦	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٧	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٨	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣
	٢٠٢٩	٧٣٠٧٩٩	٤٣٧٠٦٥	١٠٢٤٥٣٣

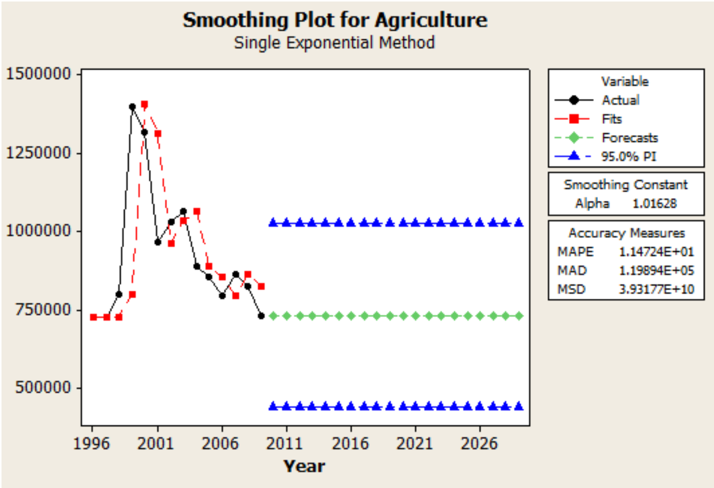
يبين الجدول رقم (24) معادلة نموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للزراعة مستقبلاً. مع ملاحظة أن قيم التنبؤ ثابتة للفترة المستقبلية لذا فإن هذا النموذج صالح للتنبؤ بفترة مستقبلية واحدة فقط. هذا، ويبين الشكل رقم (16) رسم الانتشار لنموذج التمهيد الأسي الفردي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (2010–2029م).

شكل رقم (16)

رسم الانتشار لنموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

Smoothing Plot for Agriculture consumption





ج- المفاضلة بين النماذج الأربعة:

يبين الجدول رقم (25) أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج الأربعة للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط مربع الأخطاء (MSD).

وبناءً على ذلك فإن كمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ 519، 350 ألف م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 377، 676 ألف م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ -4، 968، 553 م3/ سنة كما يظهر في الجدول رقم (٢٢).

الجدول رقم (25)

المفاضلة بين النماذج الأربعة للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

النموذج الخطي	MAPE 1.59572E+01 MAD 1.51137E+05 MSD 3.94965E+10	
النموذج التربيعي	MAPE 1.27810E+01 MAD 1.23820E+05 MSD 2.55933E+10	أفضل نموذج
النموذج الأسي	MAPE 1.53231E+01 MAD 1.48949E+05 MSD 4.01073E+10	
نموذج التمهيد الأسي الفردي	MAPE 1.14724E+01 MAD 1.19894E+05	

MSD	3.93177E+10

د- نماذج الانحدار الذاتي-التكاملي-المتوسط المتحرك

(Autoregressive-Integrated-Moving Average Models (ARIMA))

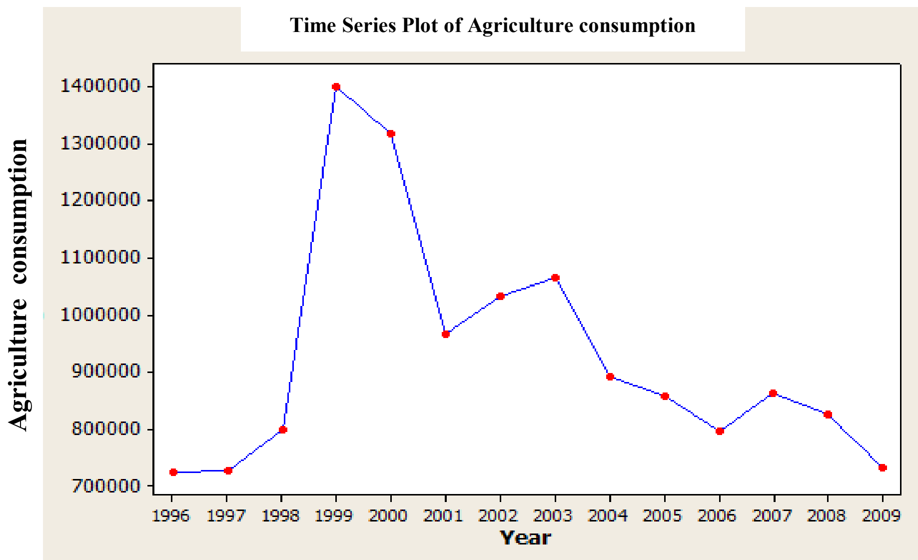
تقوم نماذج الانحدار الذاتي-التكاملي-المتوسط المتحرك على افتراض ان السلاسل الزمنية يجب أن تكون مستقرة، لذا لابد من التأكد من استقرار السلسلة الزمنية، وإذا لم تكن مستقرة يتم العمل على استقرارها من خلال استخدام الفروق أو البواقي، وفيما يلي خطوات تحليل هذه النماذج.

1- اختبار استقرار السلسلة (Stationary)

لاختبار استقرار السلسلة بيانياً تم تتبع السلسلة خلال فترة الدراسة المبينة في الشكل رقم (17) ويلاحظ عدم استقرار السلسلة حيث انها مضطربة، والاستقرار يعني ثبات تباين السلسلة خلال فترة الدراسة، هذا وقد استخدمت دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي للتحقق من استقرار السلسلة، وتؤكد نتائج الجدول رقم (26) عدم استقرار السلسلة وأن قيم السلسلة عند درجة الابطاء الأولى تكون قريبة جداً من حدود منطقة قبول الاستقرار للسلسلة كما يوضحه الشكل في الجدول رقم (٧2).

شكل رقم (17)

السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م



الجدول رقم (26)

دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسة الزمنية لاستهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.457	0.457	3.5936	0.058
		2	-0.057	-0.335	3.6541	0.161
		3	-0.118	0.100	3.9360	0.268
		4	-0.100	-0.133	4.1590	0.385
		5	-0.191	-0.157	5.0694	0.407
		6	-0.291	-0.192	7.4474	0.281
		7	-0.212	-0.047	8.8859	0.261
		8	-0.068	-0.070	9.0563	0.338
		9	-0.128	-0.252	9.7894	0.368
		10	-0.067	0.056	10.041	0.437
		11	0.102	-0.042	10.825	0.458
		12	0.104	-0.120	12.033	0.443

ومن أجل العمل على استقرار السلسلة الزمنية تم أخذ فرق واحد لقيم السلسلة الزمنية، ويلاحظ من الجدول رقم (27) استقرار السلسلة الزمنية حيث أن قيم السلسلة عند جميع درجات الإبطاء تكون ضمن منطقة قبول الاستقرار للسلسلة.

الجدول رقم (27)

دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لفرق واحد للسلسة الزمنية لاستهلاك المياه للزراعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.002	0.002	9.E-05	0.992
		2	-0.438	-0.438	3.3979	0.183
		3	0.117	0.148	3.6637	0.300
		4	0.106	-0.119	3.9074	0.419
		5	-0.108	0.011	4.1901	0.522
		6	-0.103	-0.145	4.4844	0.611
		7	-0.068	-0.131	4.6349	0.704
		8	0.128	0.083	5.2712	0.728
		9	-0.017	-0.140	5.2849	0.809
		10	-0.107	0.025	6.0349	0.812
		11	-0.012	-0.149	6.0497	0.870
		12	-0.000	-0.055	6.0497	0.914

2- نموذج ARIMA(1,0,0)

يبين الجدول رقم (28) نتائج صلاحية نموذج ARIMA (1,0,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (17.25) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا، وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (6.1) بقيمة احتمالية بلغت (0.865) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA (1,0,0) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (28)

نتائج نموذج ARIMA(1,0,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1 ،0 ،0)

Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	0.9986	0.0579	17.25	0.000*
		Residuals		
Sum of squares SS	549750103526	Mean squares MS	42288469502	
		Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic		
Lag	12			
Chi-Square	6.1			
DF	11			
P-Value	0.865			
		Forecast		
	Upper	Lower	Forecast	Period
	١١٣٤٤٢٨	٣٢٨١٥١	٧٣١٢٩٠	١٥
	١٢٩٩٩٩٣	١٦٠٥٤١	٧٣٠٢٦٧	١٦
	١٤٢٦٥٢٧	٣١٩٦٤	٧٢٩٢٤٦	١٧
	١٥٣٢٨١٤	٧٦٣٦٣-	٧٢٨٢٢٦	١٨
	١٦٢٦١٣٧	١٧١٧٢٢-	٧٢٧٢٠٧	١٩
	١٧١٠٢٣١	٢٥٧٨٥١-	٧٢٦١٩٠	٢٠
	١٧٨٧٣١٩	٣٣٦٩٧٠-	٧٢٥١٧٥	٢١
	١٨٥٨٨٤٩	٤١٠٥٢٨-	٧٢٤١٦٠	٢٢
	١٩٢٥٨٢٨	٤٧٩٥٣٣-	٧٢٣١٤٨	٢٣
	١٩٨٨٩٩٠	٥٤٤٧١٧-	٧٢٢١٣٦	٢٤
	٢٠٤٨٨٨٩	٦٠٦٦٣٦-	٧٢١١٢٦	٢٥
	٢١٠٥٩٥٦	٦٦٥٧٢٠-	٧٢٠١١٨	٢٦
	٢١٦٠٥٣٤	٧٢٢٣١٢-	٧١٩١١١	٢٧
	٢٢١٢٩٠٠	٧٧٦٦٩٠-	٧١٨١٠٥	٢٨
	٢٢٦٣٢٨٦	٨٢٩٠٨٤-	٧١٧١٠١	٢٩
	٢٣١١٨٨٢	٨٧٩٦٨٦-	٧١٦٠٩٨	٣٠
	٢٣٥٨٨٥١	٩٢٨٦٥٨-	٧١٥٠٩٦	٣١
	٢٤٠٤٣٣٣	٩٧٦١٤٠-	٧١٤٠٩٦	٣٢
	٢٤٤٨٤٤٦	١٠٢٢٢٥١-	٧١٣٠٩٨	٣٣
	2491296	1067095-	712100	34
* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05				
		مقبول		

3- نموذج ARIMA(0,0,1)

يبين الجدول رقم (29) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(0,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (3.62) بقيمة احتمالية بلغت (0.003) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا، وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (8.8) بقيمة احتمالية بلغت (0.644) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA(0,0,1) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، ولكن بما أن قيم التنبؤ ثابتة فإن هذا النموذج صالح للتنبؤ بفترة مستقبلية واحدة فقط.

الجدول رقم (29)

نتائج نموذج ARIMA(0,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(0 ،0 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
MA 1	-0.9258	0.2557	-3.62	0.003*
Residuals				
SS	3674179376020	MS	282629182771	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	8.8			
DF	11			
P-Value	0.644			
Forecast				
	Upper	Lower	Forecast	Period
	١٤٧٣٠٤٣	٦١١٣٦٢-	٤٣٠٨٤١	١٥
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	١٦
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	١٧
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	١٨
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	١٩
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٠
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢١
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٢
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٣
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٤
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٥
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٦
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٧
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٨
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٢٩
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٣٠
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٣١
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٣٢
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٣٣
	١٤٢٠٢٥٤	١٤٢٠٢٥٤-	٠	٣٤
* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05				
مقبول				

4- نموذج ARIMA(1,0,1)

يبين الجدول رقم (30) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ

(AR1) (13.23) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (0.89) بقيمة احتمالية بلغت (0.393) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,0,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (30)

نتائج نموذج ARIMA (1,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

		ARIMA(،١0 ،1)		
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	0.9985	0.0754	13.23	0.000*
MA 1	-0.2494	0.2814	-0.89	0.393
		Residuals		
SS	551501749409	MS	45958479117	
		Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic		
Lag	12			
Chi-Square	6.4			
DF	10			
P-Value	0.782			
		Forecast		
	Upper	Lower	Forecast	Period
	١١٣١٨٢٢	٢٩١٢٨٦	٧١١٥٥٤	١٥
	١٣٨٢٥٥١	٣٨٤٣٣	٧١٠٤٩٢	١٦
	١٥٦١٤١٨	١٤٢٥٥٦-	٧٠٩٤٣١	١٧
	١٧٠٨٠١٢	٢٩١٢٦٨-	٧٠٨٣٧٢	١٨
	١٨٣٥٠٨٤	٤٢٠٤٥٥-	٧٠٧٣١٤	١٩
	١٩٤٨٦٩٠	٥٣٦١٧٣-	٧٠٦٢٥٨	٢٠
	٢٠٥٢٢٧٣	٦٤١٨٦٥-	٧٠٥٢٠٤	٢١
	٢١٤٨٠١٦	٧٣٩٧١٤-	٧٠٤١٥١	٢٢
	٢٢٣٧٤٠٥	٨٣١٢٠٥-	٧٠٣١٠٠	٢٣
	٢٣٢١٥٠٥	٩١٧٤٠٤-	٧٠٢٠٥٠	٢٤
	٢٤٠١١١٢	٩٩٩١٠٧-	٧٠١٠٠٢	٢٥
	٢٤٧٦٨٣٩	١٠٧٦٩٢٨-	٦٩٩٩٥٦	٢٦
	٢٥٤٩١٧٠	١١٥١٣٤٩-	٦٩٨٩١١	٢٧
	٢٦١٨٤٩٥	١٢٢٢٧٦٠-	٦٩٧٨٦٧	٢٨
	٢٦٨٥١٣٣	١٢٩١٤٨٣-	٦٩٦٨٢٥	٢٩
	٢٧٤٩٣٥٢	١٣٥٧٧٨٢-	٦٩٥٧٨٥	٣٠
	٢٨١١٣٧٦	١٤٢١٨٨٤-	٦٩٤٧٤٦	٣١
	٢٨٧١٣٩٦	١٤٨٣٩٧٨-	٦٩٣٧٠٩	٣٢
	٢٩٢٩٥٧٧	١٥٤٤٢٣٠-	٦٩٢٦٧٣	٣٣
	2986061	1602783-	691639	34
* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05				
		مرفوض		

5- نموذج ARIMA(1,1,0)

يبين الجدول رقم (31) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,1,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (0.01) بقيمة احتمالية بلغت (0.993) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,1,0) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (31)

نتائج نموذج ARIMA(1,1,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1 ،1 ،0)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	0.0025	0.2910	0.01	0.993
Residuals				
SS	550473035526	MS	45872752961	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	6.1			
DF	11			
P-Value	0.870			
Forecast				

Upper	Lower	Forecast	Period
١١٥١٩٥٥	٣١٢٢٠٣	٧٣٢٠٧٩	١٥
١٣٢٦٦١٦	١٣٧٥٤١	٧٣٢٠٧٩	١٦
١٤٦٠٥٤١	٣٦١٧	٧٣٢٠٧٩	١٧
١٥٧٣٤١٠	١٠٩٢٥٣-	٧٣٢٠٧٩	١٨
١٦٧٢٨٣٤	٢٠٨٦٧٦-	٧٣٢٠٧٩	١٩
١٧٦٢٧١٠	٢٩٨٥٥٣-	٧٣٢٠٧٩	٢٠
١٨٤٥٣٥٤	٣٨١١٩٧-	٧٣٢٠٧٩	٢١
١٩٢٢٢٧٤	٤٥٨١١٦-	٧٣٢٠٧٩	٢٢
١٩٩٤٥١٥	٥٣٠٣٥٨-	٧٣٢٠٧٩	٢٣
٢٠٦٢٨٤١	٥٩٨٦٨٣-	٧٣٢٠٧٩	٢٤
٢١٢٧٨٢٥	٦٦٣٦٦٨-	٧٣٢٠٧٩	٢٥
٢١٨٩٩١٦	٧٢٥٧٥٩-	٧٣٢٠٧٩	٢٦
٢٢٤٩٤٦٩	٧٨٥٣١١-	٧٣٢٠٧٩	٢٧
٢٣٠٦٧٧٠	٨٤٢٦١٣-	٧٣٢٠٧٩	٢٨
٢٣٦٢٠٥٩	٨٩٧٩٠١-	٧٣٢٠٧٩	٢٩
٢٤١٥٥٣٢	٩٥١٣٧٥-	٧٣٢٠٧٩	٣٠
٢٤٦٧٣٥٩	١٠٠٣٢٠٢-	٧٣٢٠٧٩	٣١
٢٥١٧٦٨٢	١٠٥٣٥٢٥-	٧٣٢٠٧٩	٣٢
٢٥٦٦٦٢٥	١١٠٢٤٦٨-	٧٣٢٠٧٩	٣٣
٢٦١٤٢٩٦	١١٥٠١٣٩-	٧٣٢٠٧٩	٣٤

مرفوض

6- نموذج ARIMA(0,1,1)

يبين الجدول رقم (32) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(0,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (0.06) بقيمة احتمالية بلغت (0.956) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA(0,1,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (32)

نتائج نموذج ARIMA (0,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(،،0 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
MA 1	-0.0163	0.2909	-0.06	0.956
Residuals				
SS	550447622758	MS	45870635230	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	6.1			
DF	11			
P-Value	0.868			
Forecast				
	Upper	Lower	Forecast	Period
	١١٥٠٦٦٥	٣١٠٩٣٣	٧٣٠٧٩٩	١٥
	١٣٢٩٤٣١	١٣٢١٦٧	٧٣٠٧٩٩	١٦
	١٤٦٥٩٤٠	٤٣٤٣-	٧٣٠٧٩٩	١٧
	١٥٨٠٨٠٢	١١٩٢٠٥-	٧٣٠٧٩٩	١٨
	١٦٨١٨٩٢	٢٢٠٢٩٤-	٧٣٠٧٩٩	١٩
	١٧٧٣٢٢٥	٣١١٦٢٧-	٧٣٠٧٩٩	٢٠
	١٨٥٧١٧٥	٣٩٥٥٧٨-	٧٣٠٧٩٩	٢١
	١٩٣٥٢٨٩	٤٧٣٦٩١-	٧٣٠٧٩٩	٢٢
	٢٠٠٨٦٣٧	٥٤٧٠٣٩-	٧٣٠٧٩٩	٢٣
	٢٠٧٧٩٩٧	٦١٦٣٩٩-	٧٣٠٧٩٩	٢٤
	٢١٤٣٩٥٧	٦٨٢٣٥٩-	٧٣٠٧٩٩	٢٥
	٢٢٠٦٩٧٢	٧٤٥٣٧٤-	٧٣٠٧٩٩	٢٦
	٢٢٦٧٤٠٦	٨٠٥٨٠٨-	٧٣٠٧٩٩	٢٧
	٢٣٢٥٥٥١	٨٦٣٩٥٣-	٧٣٠٧٩٩	٢٨
	٢٣٨١٦٤٩	٩٢٠٠٥١-	٧٣٠٧٩٩	٢٩
	٢٤٣٥٩٠٣	٩٧٤٣٠٥-	٧٣٠٧٩٩	٣٠
	٢٤٨٨٤٨٢	١٠٢٦٨٨٥-	٧٣٠٧٩٩	٣١
	٢٥٣٩٥٣٤	١٠٧٧٩٣٧-	٧٣٠٧٩٩	٣٢
	٢٥٨٩١٨٤	١١٢٧٥٨٧-	٧٣٠٧٩٩	٣٣
	٢٦٣٧٥٤٢	١١٧٥٩٤٤-	٧٣٠٧٩٩	٣٤
مرفوض				

7- نموذج ARIMA(1,1,1)

يبين الجدول رقم (33) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (2.01) بقيمة احتمالية بلغت (0.069) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (118.05) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA (1,1,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (33)

نتائج نموذج ARIMA(1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(،1 ،1 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	0.5296	0.2628	2.01	0.069
MA 1	1.2924	0.0109	118.05	0.000
Residuals				
SS	277746272311	MS	25249661119	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	11.1			
DF	10			
P-Value	0.353			
Forecast				

Upper	Lower	Forecast	Period
١٠٦٩٣١٤	٤٤٦٢٩٥	٧٥٧٨٠٤	١٥
١٠٩١٤٥٥	٤٥١١٥٢	٧٧١٣٠٣	١٦
١١٠٢٧٩٢	٤٥٤١١٢	٧٧٨٤٥٢	١٧
١١٢٧٥٨١	٤٣٦٨٩٥	٧٨٢٢٣٨	١٨
١١٦٢٣٢١	٤٠٦١٦٤	٧٨٤٢٤٢	١٩
١٢٠٠٩٠٨	٣٦٩٧٠٠	٧٨٥٣٠٤	٢٠
١٢٣٩٧٦٥	٣٣١٩٦٧	٧٨٥٨٦٦	٢١
١٢٧٧٣٤٨	٢٩٤٩٨٠	٧٨٦١٦٤	٢٢
١٣١٣١٥٢	٢٥٩٤٩٢	٧٨٦٣٢٢	٢٣
١٣٤٧١١٩	٢٢٥٦٩٢	٧٨٦٤٠٥	٢٤
١٣٧٩٣٦٥	١٩٣٥٣٤	٧٨٦٤٥٠	٢٥
١٤١٠٠٥٧	١٦٢٨٨٩	٧٨٦٤٧٣	٢٦
١٤٣٩٣٦٣	١٣٣٦٠٨	٧٨٦٤٨٥	٢٧
١٤٦٧٤٣٧	١٠٥٥٤٧	٧٨٦٤٩٢	٢٨
١٤٩٤٤١٣	٧٨٥٧٨	٧٨٦٤٩٥	٢٩
١٥٢٠٤٠٦	٥٢٥٨٩	٧٨٦٤٩٧	٣٠
١٥٤٥٥١٢	٢٧٤٨٥	٧٨٦٤٩٨	٣١
١٥٦٩٨١٦	٣١٨٢	٧٨٦٤٩٩	٣٢
١٥٩٣٣٨٩	٢٠٣٩١-	٧٨٦٤٩٩	٣٣
١٦١٦٢٩٣	٤٣٢٩٤-	٧٨٦٤٩٩	٣٤

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مرفوض

8- المفاضلة بين النماذج:

يبين الجدول رقم (34) أن نموذج ARIMA(1,0,0) كان أدق وأفضل من نموذج ARIMA(0,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط المربعات (MS)، لذا يعتمد هذا النموذج للتنبؤ.

وبناءً على ذلك فإن كمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ 731، 290 ألف م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 730، 267 ألف م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 712، 100 ألف م3/ سنة كما يظهر في الجدول رقم(٢٨).

الجدول رقم (34)

المفاضلة بين نموذج ARIMA(1,0,0) ونموذج ARIMA(0,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

نموذج ARIMA(1، 0، 0)	549 ،750 ،103 ،526	SS	أفضل نموذج
	42 ،288 ،469 ،502	MS	
نموذج ARIMA(0، 0، 1)	3 ،674 ،179 ،376 ،020	SS	
	282 ،629 ،182 ،771	MS	

3.1.4 الإجابة عن السؤال الثالث، الذي نصه " ما كمية استهلاك المياه الصناعية المتوقعة في مدينة تبوك للفترة 2009-2029م وكيف تؤثر معرفة كمية استهلاك المياه الصناعية المتوقعة على التخطيط التنموي؟"

للإجابة عن هذا السؤال استخدم تحليل السلاسل الزمنية للبيانات التي جمعت بالتنسيق مع هيئة المدن الصناعية بمنطقة تبوك، والاجتماع مع المسؤولين فيها وأبدو تعاونهم التام إلا أن لحداثة إنشاء الهيئة في مدينة تبوك لا يوجد أي معلومات عن استهلاك المياه صناعياً مع وجود عدد من المنشآت الصناعية في المدينة ومنذ فترة طويلة، وكذلك تمت مخاطبة الغرفة التجارية الصناعية بمنطقة تبوك، ولكن لم يتم التمكن من الحصول على المعلومات التي تساعد في تحقيق الهدف من الدراسة، وتم الاقتراح من قبل أمين هيئة المدن الصناعية ومساعد أمين الغرفة التجارية الصناعية بمنطقة تبوك بعمل استقصاء يتم توزيعه على المصانع المهمة في مدينة تبوك، وطُوِّرَ الاستقصاء ووزع على المنشات الصناعية بهدف جمع كميات المياه المستهلكة وبعد جمع هذه الاستقصاءات وتفريغها تم تحديد كمية المياه المستهلكة، ويبين الجدول رقم (35) ذلك.

الجدول رقم (35)

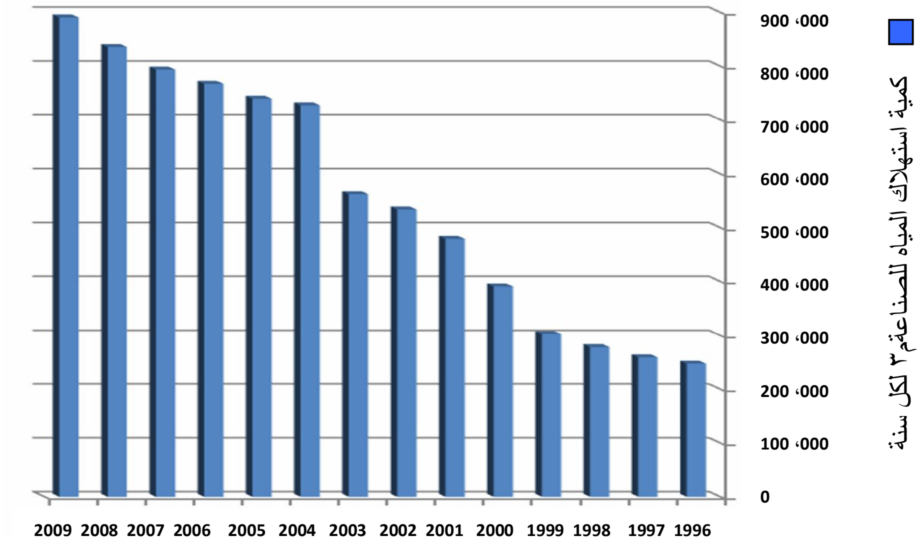
استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

م	السنة	كمية استهلاك المياه (م3/ سنة)
١	١٩٩٦	٩٦٤ ،٢٤٧
٢	١٩٩٧	٦١٤ ،٢٥٩
٣	١٩٩٨	٥٨٤ ،٢٧٨
٤	١٩٩٩	٥٩٤ ،٣٠٢
٥	٢٠٠٠	٨٠٧ ،٣٩٠
٦	٢٠٠١	٤٠٣ ،٤٧٩
٧	٢٠٠٢	٣٩٠ ،٥٣٤
٨	٢٠٠٣	١٢٦ ،٥٦٢
٩	٢٠٠٤	٩٢٤ ،٧٢٦
١٠	٢٠٠٥	٠٨٦ ،٧٣٩
١١	٢٠٠٦	٥٦٠ ،٧٦٧
١٢	٢٠٠٧	٧٣٨ ،٧٩٣
١٣	٢٠٠٨	٩٠١ ،٨٣٥
١٤	٢٠٠٩	٥٨٦ ،٨٩٠

يلاحظ من الجدول رقم (35) ارتفاع كمية استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م حيث بلغ استهلاك المياه للصناعة عام 1996م 247، 964 م3/ سنة، حتى وصل في عام 2009م إلى 890، 586 م3/ سنة. هذا ويبين الشكل رقم (18) تطور استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م.

شكل رقم (18)

تطور استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م



كما تم استخراج التغيير النسبي في استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م، يبين الجدول رقم (36) ذلك.

الجدول رقم (36)

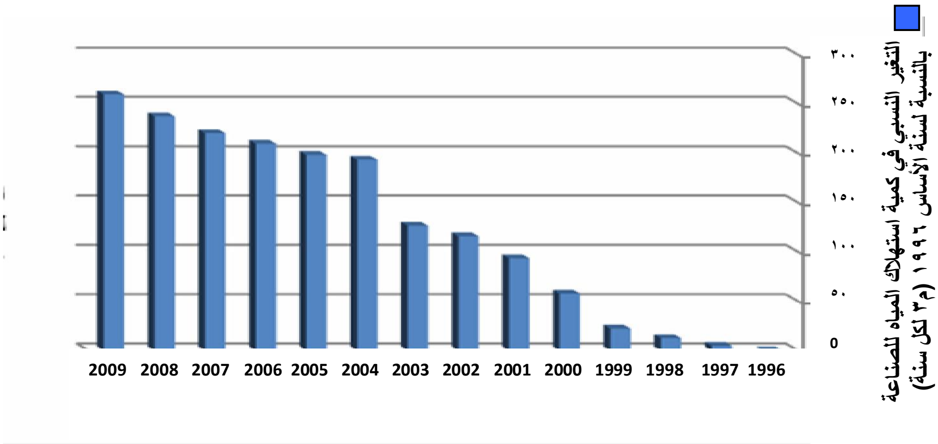
التغير النسبي في استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996–2009م بالنسبة لسنة الأساس1996م

م	السنة	التغيير النسبي في كمية استهلاك المياه
١	١٩٩٦	٠
٢	١٩٩٧	٤.٧٠
٣	١٩٩٨	١٢.٣٥
٤	١٩٩٩	٢٢.٠٣
٥	٢٠٠٠	٥٧.٦١
٦	٢٠٠١	٩٣.٣٤
٧	٢٠٠٢	١١٥.٥١
٨	٢٠٠٣	١٢٦.٧٠
٩	٢٠٠٤	١٩٣.١٦
١٠	٢٠٠٥	١٩٨.٠٦
١١	٢٠٠٦	٢٠٩.٥٤
١٢	٢٠٠٧	٢٢٠.١٠
١٣	٢٠٠٨	٢٣٧.١١
١٤	٢٠٠٩	٢٥٩.١٦

يلاحظ من الجدول رقم (36) أن نسبة التغير النسبي في كمية استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس1996م أخذت في الارتفاع طول فترة الدراسة حيث بلغت في عام 2009م 259.16% مقارنةً بما كانت عليه في عام 1996م وذلك نتيجةً للتوجه الحكومي في دعم هذا القطاع ومحاولة تنويع مصادر الدخل للدولة. هذا ويبين الشكل رقم (19) التغير النسبي في استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م.

شكل رقم (19)

التغير النسبي في استهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م بالنسبة لسنة الأساس 1996م

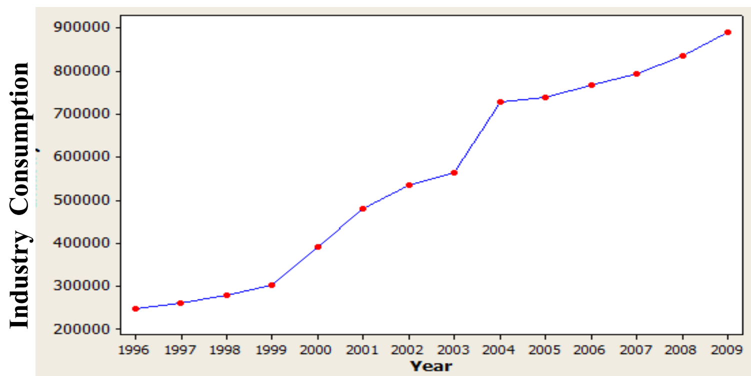


ومن أجل تحليل السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م تم رسمها للتعرف على اتجاهها وشكلها، ويبين الشكل رقم (20) ذلك.

شكل رقم (20)

السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

Time Series Plot of Industry Consumption



يلاحظ من شكل السلسلة الزمنية أنها أخذت شكل الاتجاه، وقد استمرت في التزايد خلال فترة الدراسة 1996-2009م. هذا وتم تحليل السلسلة بالاعتماد على

نماذج التنبؤ الثابتة (الاتجاه، والتمهيد الأسي)، بالإضافة إلى استخدام نماذج التنبؤ العشوائية (ARIMA)، وذلك لاختيار افضل وأدق تلك النماذج للتنبؤ باستهلاك المياه للصناعة مستقبلاً، وذلك على النحو التالي:

أ- تحليل الاتجاه العام (Trend Analysis):

1- النموذج الخطي (Linear Trend Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 + B_1 t$

الجدول رقم (37)

نتائج النموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = 144134 + 55156*t	
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 7 MAD 29831 MSD 1408707641	
قيم المتنبأ بها Forecast	Period	Forecast
	٢٠١٠	٩٧١,٤٧٧
	٢٠١١	١,٠٢٦,٦٣٣
	٢٠١٢	١,٠٨١,٧٩٠
	٢٠١٣	١,١٣٦,٩٤٦
	٢٠١٤	١,١٩٢,١٠٢
	٢٠١٥	١,٢٤٧,٢٥٨
	٢٠١٦	١,٣٠٢,٤١٥
	٢٠١٧	١,٣٥٧,٥٧١
	٢٠١٨	١,٤١٢,٧٢٧
	٢٠١٩	١,٤٦٧,٨٨٣
	٢٠٢٠	١,٥٢٣,٠٤٠
	٢٠٢١	١,٥٧٨,١٩٦
	٢٠٢٢	١,٦٣٣,٣٥٢
	٢٠٢٣	١,٦٨٨,٥٠٨
	٢٠٢٤	١,٧٤٣,٦٦٤
	٢٠٢٥	١,٧٩٨,٨٢١
	٢٠٢٦	١,٨٥٣,٩٧٧
	٢٠٢٧	١,٩٠٩,١٣٣
	٢٠٢٨	١,٩٦٤,٢٨٩
	٢٠٢٩	٢,٠١٩,٤٤٦

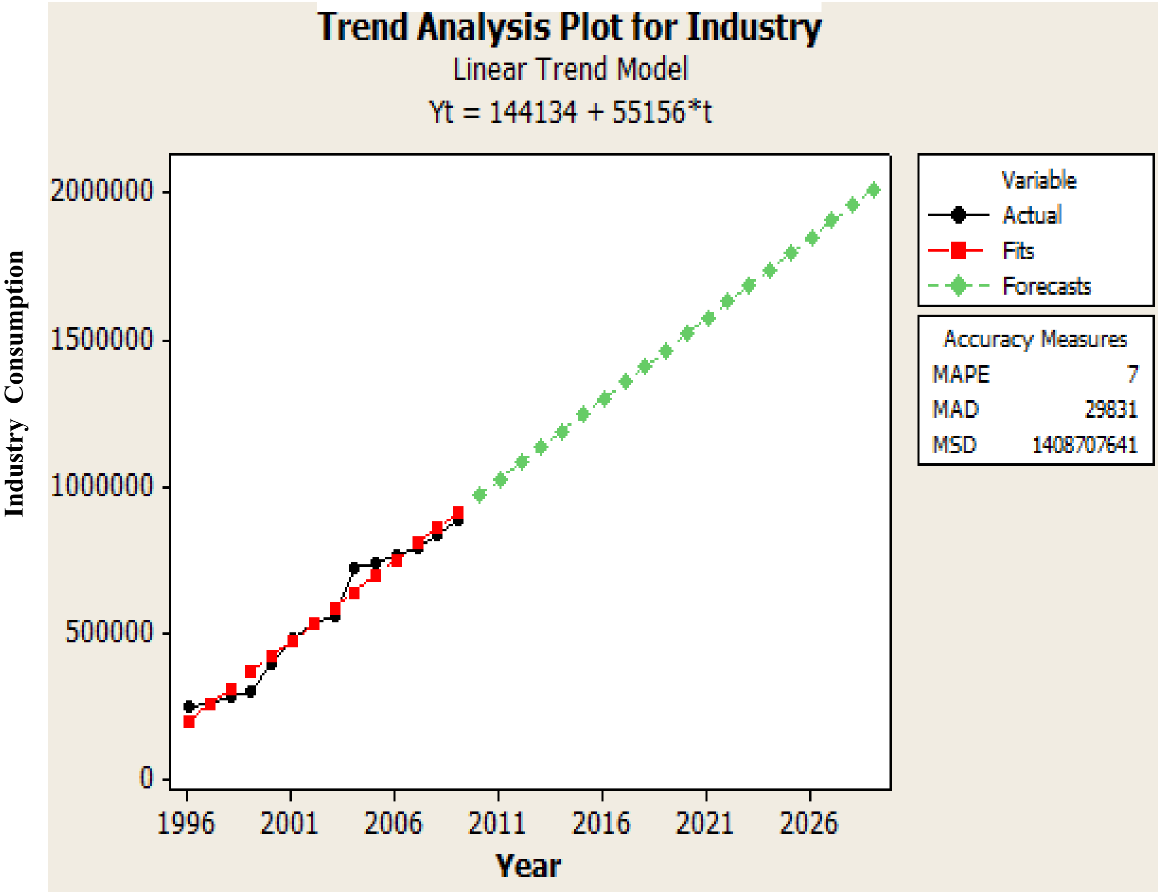
يبين الجدول رقم (37) معادلة النموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للصناعة مستقبلاً. هذا ويبين الشكل رقم (21) رسم الانتشار للنموذج الخطي حيث أن

القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (1996-2009م).

شكل رقم (21)

رسم الانتشار للنموذج الخطي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

Trend Analysis Plot for Industry Consumption



2- النموذج التربيعي (Quadratic Trend Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 + B_1 t + B_2 t^2$

الجدول رقم (38)

نتائج النموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

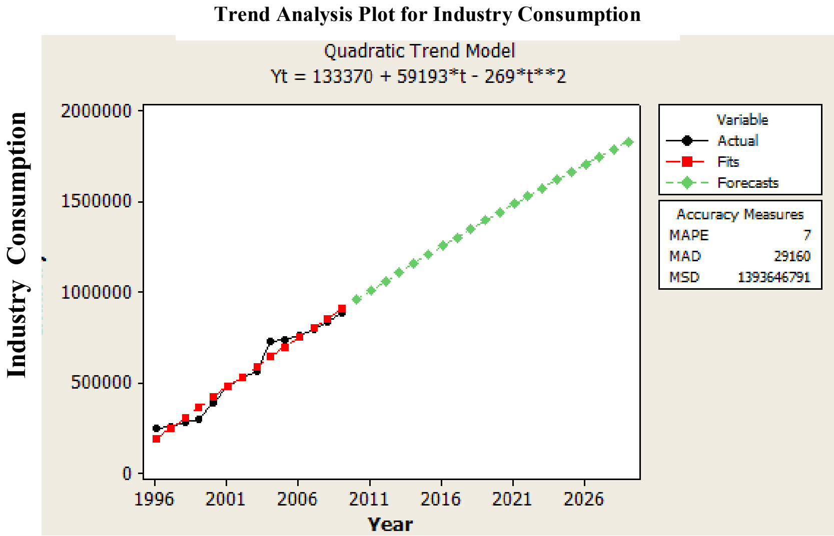
معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation

Yt = 133370 + 59193*t - 269*t**2		
MAPE 7 MAD 29160 MSD 1393646791		مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures
Forecast	Period	قيم المتنبأ بها Forecast
٩٦٠,٧١٤	٢٠١٠	
١,٠١١,٥٦٥	٢٠١١	
١,٠٦١,٨٧٧	٢٠١٢	
١,١١١,٦٥٢	٢٠١٣	
١,١٦٠,٨٨٨	٢٠١٤	
١,٢٠٩,٥٨٦	٢٠١٥	
١,٢٥٧,٧٤٦	٢٠١٦	
١,٣٠٥,٣٦٨	٢٠١٧	
١,٣٥٢,٤٥٢	٢٠١٨	
١,٣٩٨,٩٩٧	٢٠١٩	
١,٤٤٥,٠٠٤	٢٠٢٠	
١,٤٩٠,٤٧٣	٢٠٢١	
١,٥٣٥,٤٠٤	٢٠٢٢	
١,٥٧٩,٧٩٧	٢٠٢٣	
١,٦٢٣,٦٥٢	٢٠٢٤	
١,٦٦٦,٩٦٨	٢٠٢٥	
١,٧٠٩,٧٤٦	٢٠٢٦	
١,٧٥١,٩٨٦	٢٠٢٧	
١,٧٩٣,٦٨٨	٢٠٢٨	
١,٨٣٤,٨٥٢	٢٠٢٩	

يبين الجدول رقم (38) معادلة النموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للصناعة مستقبلاً. هذا، ويبين الشكل رقم (22) رسم الانتشار للنموذج التربيعي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (1996–2009م).

شكل رقم (22)

رسم الانتشار للنموذج التربيعي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك



3-النموذج الأسي (Exponential Growth Model)

الشكل العام للنموذج $y_t = B_0 . B_1 t$

الجدول رقم (39)

نتائج النموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

معادلة التنبؤ Fitted Trend Equation	Yt = 222761 * (1.11593**t)
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 9 MAD 51705 MSD 4429387524

قيم المتنبأ بها
Forecast

Period	Forecast
٢٠١٠	١،١٥٤،٥٢٣
٢٠١١	١،٢٨٨،٣٦٨
٢٠١٢	١،٤٣٧،٧٣١
٢٠١٣	١،٦٠٤،٤٠٩
٢٠١٤	١،٧٩٠،٤١١
٢٠١٥	١،٩٩٧،٩٧٦
٢٠١٦	٢،٢٢٩،٦٠٤
٢٠١٧	٢،٤٨٨،٠٨٦
٢٠١٨	٢،٧٧٦،٥٣٣
٢٠١٩	٣،٠٩٨،٤٢١
٢٠٢٠	٣،٤٥٧،٦٢٦
٢٠٢١	٣،٨٥٨،٤٧٤
٢٠٢٢	٤،٣٠٥،٧٩٢
٢٠٢٣	٤،٨٠٤،٩٧٠
٢٠٢٤	٥،٣٦٢،٠١٧
٢٠٢٥	٥،٩٨٣،٦٤٤
٢٠٢٦	٦،٦٧٧،٣٣٧
٢٠٢٧	٧،٤٥١،٤٥١
٢٠٢٨	٨،٣١٥،٣٠٩
٢٠٢٩	٩،٢٧٩،٣١٥

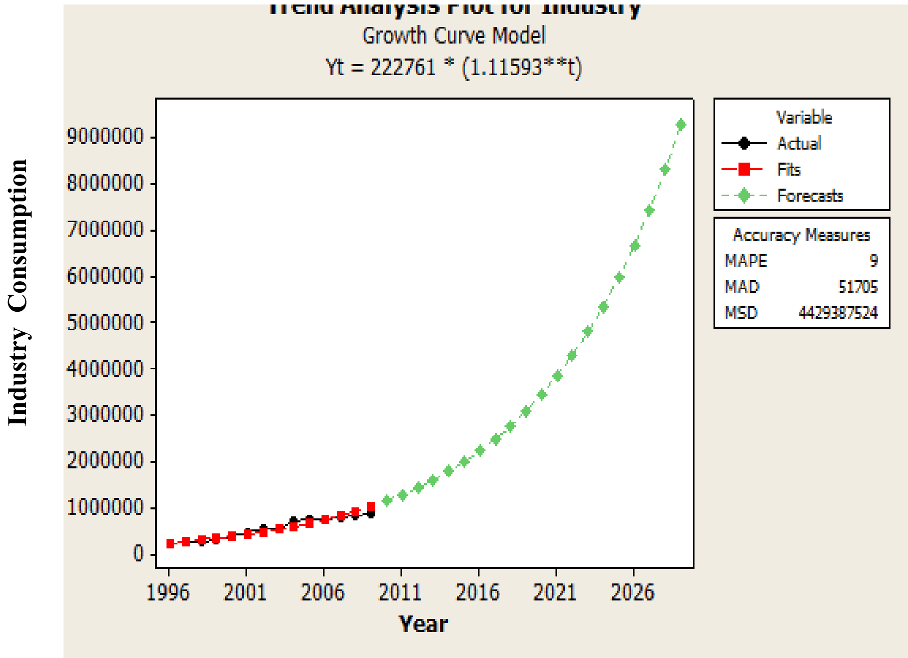
يبين الجدول رقم (39) معادلة النموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للصناعة مستقبلاً. هذا، ويبين الشكل رقم (23) رسم الانتشار للنموذج الأسي حيث أن

القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (1996–2009م).

شكل رقم (23)

رسم الانتشار للنموذج الأسي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

Trend Analysis Plot for Industry Consumption



ب- تحليل التمهيد الأسي الفردي (Single Exponential Smoothing)

الشكل العام للنموذج $F_{t+1} = F_t + a\,(y_t - F_t)$

حيث أن:

α: معامل الترجيح (مقدار ثابت تتراوح قيمته بين صفر والواحد صحيح)

الجدول رقم (40)

نتائج نموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ثابت الترجيح (التمهيد) Smoothing Constant	Alpha 1.34844			
مقاييس دقة التنبؤ Accuracy Measures	MAPE 7			
	MAD 41090			
	MSD 3203118750			
قيم المتنبأ بها Forecast	Period	Forecast	Lower	Upper
	2010	904987	804319	1005654
	2011	904987	804319	1005654
	2012	904987	804319	1005654
	2013	904987	804319	1005654
	2014	904987	804319	1005654
	2015	904987	804319	1005654
	2016	904987	804319	1005654
	2017	904987	804319	1005654
	2018	904987	804319	1005654
	2019	904987	804319	1005654
	2020	904987	804319	1005654
	2021	904987	804319	1005654
	2022	904987	804319	1005654
	2023	904987	804319	1005654
	2024	904987	804319	1005654
	2025	904987	804319	1005654
	2026	904987	804319	1005654
	2027	904987	804319	1005654
	2028	904987	804319	1005654
	2029	904987	804319	1005654

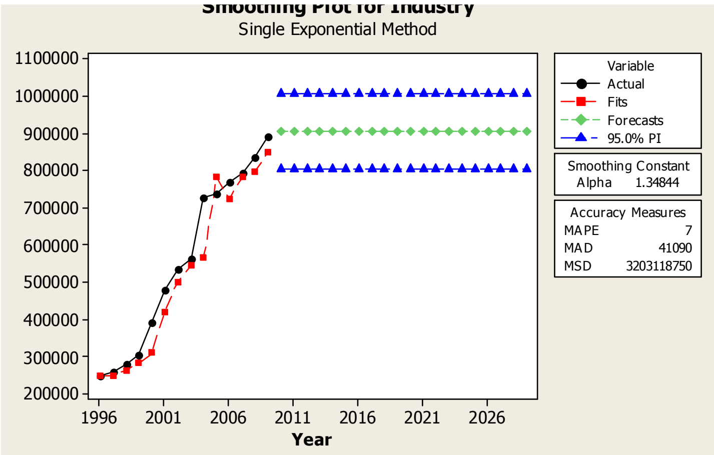
يبين الجدول رقم (40) معادلة نموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك ومقاييس دقة التنبؤ وكمية استهلاك المياه للصناعة مستقبلاً. مع ملاحظة أن قيم التنبؤ ثابتة للفترة المستقبلية لذا فإن هذا النموذج صالح للتنبؤ بفترة مستقبلية واحدة فقط. هذا ويبين الشكل رقم (24) رسم الانتشار لنموذج التمهيد الأسي الفردي حيث أن القيم الفعلية خلال فترة الدراسة قريبة من القيم المقدرة، ويوضح كذلك التنبؤ بالسنوات القادمة (1996-2009م).

شكل رقم (24)

رسم الانتشار لنموذج التمهيد الأسي الفردي للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

Smoothing Plot for Industry Consumption

umption



ج- المفاضلة بين النماذج الأربعة:

يبين الجدول رقم (41) أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج الأربعة للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط مربع الأخطاء (MSD)، كما أنه حقق أقل قيمة لنسبة متوسط القيمة المطلقة للأخطاء(MAPE).

وبناءاً على ذلك فإن كمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ 960، 714 م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 1، 011، 565 م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 1، 834، 852 م3/ سنة كما يظهر في الجدول رقم (٣٨).

الجدول رقم (41)

المفاضلة بين النماذج الأربعة للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

النموذج الخطي	MAPE 7 MAD 29,831 MSD 1,408,707,641	
النموذج التربيعي	MAPE 7 MAD 29,160 MSD 1,393,646,791	أفضل نموذج
النموذج الأسي	MAPE 9 MAD 51,705 MSD 4,429,387,524	
نموذج التمهيد الأسي الفردي	MAPE 7 MAD 41,090 MSD 3,203,118,750	

د- **نماذج الانحدار الذاتي-التكاملي-المتوسط المتحرك**

(Autoregressive-Integrated-Moving Average Models (ARIMA))

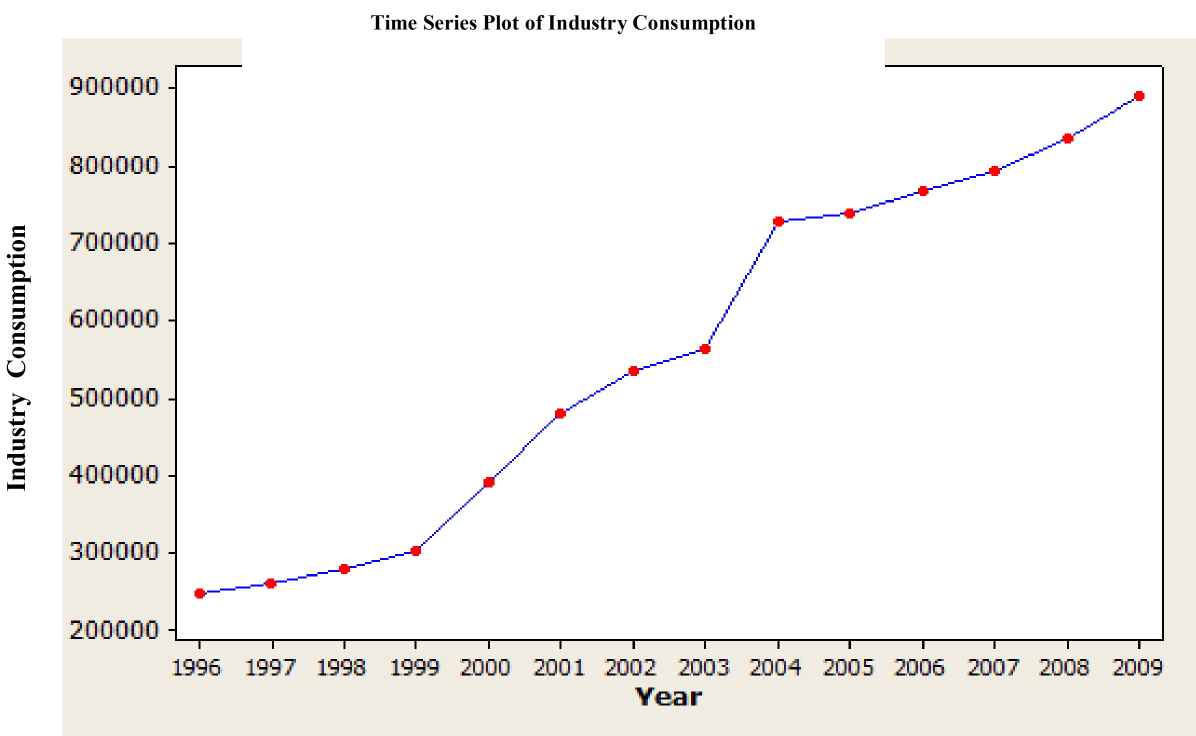
تقوم نماذج الانحدار الذاتي-التكاملي-المتوسط المتحرك على افتراض أن السلاسل الزمنية يجب أن تكون مستقرة، لذا لابد من التأكد من استقرار السلسلة الزمنية، وإذا لم تكن مستقرة يتم العمل على استقرارها من خلال استخدام الفروق أو البواقي، وفيما يلي خطوات تحليل هذه النماذج.

1- اختبار استقرار السلسلة (Stationary)

لاختبار استقرار السلسلة بيانياً تم تتبع السلسلة خلال فترة الدراسة المبينة في الشكل رقم (25) ويلاحظ عدم استقرار السلسلة حيث انها متزايدة، والاستقرار يعني ثبات تباين السلسلة خلال فترة الدراسة، هذا وقد استخدمت دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي للتحقق من استقرار السلسلة، وتؤكد نتائج الجدول رقم (42) عدم استقرار السلسلة حيث أن قيم السلسلة عند درجة الابطاء الأولى تكون خارج منطقة قبول الاستقرار للسلسلة كما يوضحه الشكل في الجدول رقم (43).

شكل رقم (25)

السلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م



الجدول رقم (42)

دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.817	0.817	11.496	0.001
		2	0.625	-0.127	18.782	0.000
		3	0.421	-0.154	22.388	0.000
		4	0.199	-0.199	23.274	0.000
		5	-0.011	-0.146	23.277	0.000
		6	-0.205	-0.159	24.457	0.000
		7	-0.316	0.041	27.652	0.000
		8	-0.418	-0.168	34.185	0.000
		9	-0.437	0.058	42.744	0.000
		10	-0.419	-0.060	52.554	0.000
		11	-0.350	0.042	61.686	0.000
		12	-0.260	-0.045	69.284	0.000

ومن أجل العمل على استقرار السلسلة الزمنية تم أخذ فرق واحد لقيم السلسلة الزمنية، ويلاحظ من الجدول رقم (43) استقرار السلسلة الزمنية حيث أن قيم السلسلة عند جميع درجات الإبطاء تكون ضمن منطقة قبول الاستقرار للسلسلة.

الجدول رقم (43)

دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لفرق واحد للسلسلة الزمنية لاستهلاك المياه للصناعة في مدينة تبوك للفترة 1996-2009م

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.128	-0.128	0.2651	0.607
		2	-0.086	-0.104	0.3968	0.820
		3	-0.063	-0.091	0.4733	0.925
		4	0.057	0.027	0.5437	0.969
		5	-0.184	-0.194	1.3731	0.927
		6	-0.163	-0.230	2.1091	0.909
		7	-0.173	-0.308	3.0769	0.878
		8	0.115	-0.082	3.5915	0.892
		9	0.085	-0.006	3.9412	0.915
		10	0.043	-0.015	4.0633	0.944
		11	0.005	-0.063	4.0659	0.968
		12	-0.009	-0.184	4.0813	0.982

2- نموذج ARIMA(1,0,0)

يبين الجدول رقم (44) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,0,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (33.16) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05) مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا، وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (4.3) بقيمة احتمالية بلغت (0.961) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,0,0) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (44)

نتائج نموذج ARIMA (1,0,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1 ،0 ،0)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	1.0036	0.0303	33.16	0.000*
Residuals				
SS	51659646507	MS	3973818962	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	4.3			
DF	11			
P-Value	0.961			
Forecast				
Period	Forecast	Lower	Upper	
15	893828	770248	1017408	
16	897081	721995	1072168	
17	900347	685519	1115174	
18	903624	655110	1152139	
19	906913	628558	1185269	
20	910215	604733	1215696	
21	913528	582965	1244090	
22	916853	562819	1270888	
23	920191	543990	1296391	
24	923540	526261	1320820	
25	926902	509465	1344339	
26	930276	493473	1367079	
27	933662	478184	1389140	
28	937061	463515	1410607	
29	940472	449399	1431545	
30	943895	435778	1452013	
31	947331	422604	1472058	
32	950780	409837	1491722	
33	954240	397442	1511039	
34	957714	385387	1530041	
* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05				
مقبول				

3- نموذج ARIMA(0,0,1)

يبين الجدول رقم (45) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(0,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت)

المحسوبة لـ (MA1) (2.96) بقيمة احتمالية بلغت (0.011) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا، وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (48.2) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية البديلة للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة غير مستقرة في هذا النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA(0,0,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (45)

نتائج نموذج ARIMA(0,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(،،0 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
MA 1	-0.8841	0.2985	-2.96	0.011*
Residuals				
SS	1544230617565	MS	118786970582	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	48.2			
DF	11			
P-Value	0.000*			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	406858	-268802	1082517
16	0	-901859	901859
17	0	-901859	901859
18	0	-901859	901859
19	0	-901859	901859
20	0	-901859	901859
21	0	-901859	901859
22	0	-901859	901859
23	0	-901859	901859
24	0	-901859	901859
25	0	-901859	901859
26	0	-901859	901859
27	0	-901859	901859
28	0	-901859	901859
29	0	-901859	901859
30	0	-901859	901859
31	0	-901859	901859
32	0	-901859	901859
33	0	-901859	901859
34	0	-901859	901859

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مرفوض

4- نموذج ARIMA(1,0,1)

يبين الجدول رقم (46) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (23.97) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (1.13) بقيمة احتمالية بلغت (0.282) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,0,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (46)

نتائج نموذج ARIMA(1,0,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1 ،0 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	1.0049	0.0419	23.97	0.000*
MA 1	-0.3398	0.3017	-1.13	0.282
Residuals				
SS	43077355980	MS	3589779665	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	5			
DF	10			
P-Value	0.890			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	908035	790578	1025492
16	912444	715620	1109268
17	916874	664038	1169710
18	921326	622399	1220254
19	925800	586629	1264970
20	930295	554840	1305749
21	934812	525975	1343648
22	939351	499369	1379332
23	943912	474574	1413249
24	948495	451271	1445718
25	953100	429223	1476977
26	957728	408248	1507207
27	962378	388203	1536552
28	967051	368975	1565127
29	971746	350468	1593024
30	976464	332607	1620322
31	981205	315324	1647086
32	985970	298567	1673373
33	990757	282285	1699229
34	995567	266440	1724695

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مرفوض

5- نموذج ARIMA(1,1,0)

يبين الجدول رقم (47) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,1,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (2.20) بقيمة احتمالية بلغت (0.048) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا، وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (5.2) بقيمة احتمالية بلغت (0.908) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,1,0) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (47)

نتائج نموذج ARIMA(1,1,0) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1 ،1 ،0)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	0.5513	0.2507	2.20	0.048*
Residuals				
SS	38555755482	MS	3212979624	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	5.2			
DF	11			
P-Value	0.908			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
15	920732	809610	1031853
16	937350	732259	1142441
17	946511	655721	1237301
18	951561	584033	1319090
19	954345	518095	1390595
20	955880	457641	1454118
21	956726	402037	1511415
22	957192	350595	1563789
23	957449	302693	1612206
24	957591	257798	1657384
25	957669	215472	1699866
26	957712	175356	1740068
27	957736	137158	1778315
28	957749	100637	1814861
29	957756	65598	1849915
30	957760	31878	1883643
31	957763	-661	1916186
32	957764	-32132	1947660
33	957764	-62634	1978163
34	957765	-92251	2007781

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مقبول

6- نموذج ARIMA(0,1,1)

يبين الجدول رقم (48) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(0,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (1.28) بقيمة احتمالية بلغت (0.225) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى رفض النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA(0,1,1) مرفوض للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (48)

نتائج نموذج ARIMA(0,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(،٠0 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
MA 1	-0.3484	0.2726	-1.28	0.225
Residuals				
SS	44840386447	MS	3736698871	
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic				
Lag	12			
Chi-Square	5.7			
DF	11			
P-Value	0.895			
Forecast				

Period	Forecast	Lower	Upper
١٥	٩٠٤٩٨٧	٧٨٥١٥١	١٠٢٤٨٢٣
١٦	٩٠٤٩٨٧	٧٠٣٨٠٨	١١٠٦١٦٥
١٧	٩٠٤٩٨٧	٦٤٦٩٤٧	١١٦٣٠٢٧
١٨	٩٠٤٩٨٧	٦٠٠٥٢٥	١٢٠٩٤٤٨
١٩	٩٠٤٩٨٧	٥٦٠٣٠٠	١٢٤٩٦٧٣
٢٠	٩٠٤٩٨٧	٥٢٤٣٠٢	١٢٨٥٦٧١
٢١	٩٠٤٩٨٧	٤٩١٤٢٦	١٣١٨٥٤٧
٢٢	٩٠٤٩٨٧	٤٦٠٩٧٧	١٣٤٨٩٩٦
٢٣	٩٠٤٩٨٧	٤٣٢٤٨٦	١٣٧٧٤٨٧
٢٤	٩٠٤٩٨٧	٤٠٥٦١٩	١٤٠٤٣٥٥
٢٥	٩٠٤٩٨٧	٣٨٠١٢٤	١٤٢٩٨٤٩
٢٦	٩٠٤٩٨٧	٣٥٥٨١٢	١٤٥٤١٦١
٢٧	٩٠٤٩٨٧	٣٣٢٥٣٢	١٤٧٧٤٤١
٢٨	٩٠٤٩٨٧	٣١٠١٦٢	١٤٩٩٨١١
٢٩	٩٠٤٩٨٧	٢٨٨٦٠٣	١٥٢١٣٧٠
٣٠	٩٠٤٩٨٧	٢٦٧٧٧٤	١٥٤٢١٩٩
٣١	٩٠٤٩٨٧	٢٤٧٦٠٤	١٥٦٢٣٦٩
٣٢	٩٠٤٩٨٧	٢٢٨٠٣٥	١٥٨١٩٣٩
٣٣	٩٠٤٩٨٧	٢٠٩٠١٥	١٦٠٠٩٥٨
٣٤	٩٠٤٩٨٧	١٩٠٥٠٢	١٦١٩٤٧١
مرفوض			

7- نموذج ARIMA(1,1,1)

يبين الجدول رقم (49) نتائج صلاحية نموذج ARIMA(1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (AR1) (11، 731.82) بقيمة احتمالية بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبلغت قيمة (ت) المحسوبة لـ (MA1) (258.85) بقيمة احتمالية بلغت (0.003) وهي أقل من مستوى الدلالة (α=0.05)، مما يشير إلى قبول النموذج.

هذا، وبلغت قيمة كاي تربيع المحسوبة (3.9) بقيمة احتمالية بلغت (0.951) وهي أكبر من مستوى الدلالة (α=0.05)، وبالتالي قبول الفرضية العدمية للاختبار التي تشير إلى أن السلسلة مستقرة في هذا النموذج.

وبناءاً على ذلك فإن نموذج ARIMA(1,1,1) مقبول للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك.

الجدول رقم (49)

نتائج نموذج ARIMA(1, 1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

ARIMA(1 ،1 ،1)				
Type	Coef	SE Coef	T	P-Value
AR 1	1.0000	0.0001	11731.82	0.000*
MA 1	1.0665	0.0041	258.85	0.000*
		Residuals		
SS	20812459744	MS	1892041795	
		Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic		
Lag	12			
Chi-Square	3.9			
DF	10			
P-Value	0.951			
		Forecast		

Period	Forecast	Lower	Upper
15	941466	856194	1026739
16	992346	875694	1108999
17	1043226	905118	1181334
18	1094105	940048	1248162
19	1144983	978697	1311270
20	1195861	1020102	1371621
21	1246739	1063659	1429818
22	1297615	1108947	1486284
23	1348492	1155648	1541336
24	1399368	1203507	1595228
25	1450243	1252309	1648177
26	1501118	1301863	1700372
27	1551992	1351994	1751990
28	1602866	1402534	1803198
29	1653739	1453320	1854158
30	1704612	1504193	1905031
31	1755484	1554991	1955977
32	1806356	1605555	2007156
33	1857227	1655726	2058728
34	1908097	1705349	2110845

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى α=0.05

مقبول

8- المفاضلة بين النماذج:

يبين الجدول رقم (50) أن نموذج ARIMA(1,1,1) كان أدق وأفضل نموذج للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط المربعات (MS)، وأقل قيمة لمجموع المربعات (SS). لذا يعتمد هذا النموذج للتنبؤ.

وبناءاً على ذلك فإن كمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة في عام 2010 م تقدر بـ 941,466 م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 992,346 م3/ سنة، وفي عام 2029 م تقدر بـ ، 1,908,097 م3/ سنة كما يظهر في الجدول رقم (٤٩).

الجدول رقم (50)

المفاضلة بين نموذج ARIMA(1,0,0) ونموذج ARIMA(1,1,0) ونموذج ARIMA(1,1,1) للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك

نموذج ARIMA(1,0,0)	51,659,646,507	SS	
	3,973,818,962	MS	
نموذج ARIMA(1,1,0)	38,555,755,482	SS	
	3,212,979,624	MS	
نموذج ARIMA(1,1,1)	20,812,459,744	SS	أفضل نموذج
	1,892,041,795	MS	

2.4 خلاصة مناقشة النتائج ومقارناتها

تناولت الدراسة التنبؤ بتوقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي فيما يتعلق باستهلاك القطاعات السكانية والزراعية والصناعية للمياه، وفيما يلي عرض لأهم ما توصلت إليه الدراسة من نتائج:

١. بينت النتائج أن نموذج التمهيد الأسي الفردي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك، ووفقاً لهذا النموذج فإن كمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ 44,719,618 م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 55,491,873 م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 149,539,708 م3/ سنة. وأشارت النتائج كذلك إلى أن نموذج ARIMA(1,1,1)، كان أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكانية المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، ووفقاً لهذا النموذج فإن كمية استهلاك المياه السكاني المتوقع في عام2010م تقدر بـ 47,327,540 م3/

سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 50,108,868 م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ100,523,027 م3/ سنة. وهذا الإرتفاع يؤثر على التخطيط التنموي لمدينة تبوك، لاسيما أن الدراسات السكانية تشير إلى تطور عدد السكان في منطقة تبوك بمعدل نمو 3.3 % مقابل 2.3 % على مستوى المملكة العربية السعودية في الفترة مابين 1413هـ (١٩٩٢م) إلى 1425هـ (٢٠٠٤م) (الربدي، 2005م)، وهذا يعطي مؤشر على ضرورة مواكبة هذه الزيادة بالخدمات الضرورية ذات العلاقة المباشرة بالحياة اليومية لسكان مدينة تبوك. واتفقت هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (العنانزة، 1999) والتي أشارت إلى ارتفاع كمية استهلاك المياه المتوقعة مستقبلاً خصوصاً في ظل ارتفاع معدل النمو السكاني. هذا وقد بينت دراسة (أبو الفتوح، 2003) وجود محددات اقتصادية وأخرى طبيعية تؤثر في الطلب على المياه تتمثل في سعر المياه وحجم الدخل، وأسعار السلع الأخرى، وحجم السكان والتوسع العمراني، ومعدلات الأمطار ودرجات الحرارة. كما ان النموذج الذي قدمته الدراسة الحالية تتوافق والنموذج الذي قدمته دراسة (Archibald, 1983) فهو نموذج للتعبير عن العلاقات بين كميات المياه المستهلكة لدى الأسر متوسطة الحجم مقابل كل مكوَن استهلاك والعوامل المحددة لذلك المكوَن. وأشارت دراسة كوستاس وكريزوستوموس (Kostas & Chrysostomos , 2006) إلى أن الزيادة في الطلب على المياه مستقبلا تحدث نتيجة لزيادة الدخل في حين تمتلك الأدوات الاقتصادية قدرة قليلة للتأثير على استخدامات المياه.

٢. أشارت نتائج الدراسة إلى أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، ووفقاً لهذا النموذج فإن كمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ 519,350 ألف م3/ سنة وفي عام 2011م تقدر بـ 377، 676 ألف م3/ سنة وفي عام 2029م تقدر بــ 553 ,968 ,4− م3/ سنة. وبينت النتائج أن نموذج ARIMA(1,0,0) كان أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، ووفقاً لهذا النموذج فإن كمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ731,290 ألف م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 730، 267 ألف م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 712, 100

ألف م3/ سنة وهذا سيؤثر على التخطيط التنموي لمدينة تبوك حيث تشير هذه النتائج على تحول مدينة تبوك عن المجتمع الزراعي الأمر الذي يشكل جوهراً في التحول التنموي للمدينة، ولا بد من عمل الدراسات اللازمة لمعرفة مدى تأثير هذا التغير والتحول لاسيما على المجتمع المحلي خاصةً من الناحية الاقتصادية حيث من المتوقع أن هذا التحول عن الزراعة سيسهم في تخفيض فرص العمل وستتحول المدينة من مصدرة للمنتوجات الزراعية إلى مستوردة لسد الاحتياجات الزراعية المستقبلية لا سيما وأن مدينة تبوك شهدت نمواً في هذا المجال ويوجد فيها عدداً من الشركات الزراعية الكبرى. مع الأخذ في الاعتبار الموازنة بين الحاجة لسد الانخفاض المتوقع في القطاع الزراعي وما توصلت إليه دراسة (النشوان، 2006م) من استنزاف موارد المياه في المملكة العربية السعودية منذ بداية خطط التنمية الخمسية عام 1970م وخاصةً ما يتعلق منها بالتنمية الزراعية والحضرية وما نتج عن هذا الاستنزاف من تلوث للمياه الجوفية وخفض مستواها وجودتها. وكذلك الاستفادة من دراسة (آل الشيخ، 2006) والتي هدفت إلى التعرف على أهمية حصاد مياه الأمطار والسيول للموارد المائية في المملكة والتوصية بأهمية نشر تقنية حصاد المياه بالمملكة لما لها من فوائد اقتصادية واجتماعية خاصةً وأن مثل هذه التقنية تساهم في رفع مستوى موارد المياه وخاصةً السطحية منها.

٣. بينت النتائج أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، حيث أنه حقق أقل قيمة لمتوسط مربع الأخطاء (MSD)، كما أنه حقق أقل قيمة لنسبة متوسط القيمة المطلقة للأخطاء (MAPE). ووفقاً لهذا النموذج فإن كمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ 960,714 م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ 1,011,565 م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 1,834,852 م3/ سنة. وبينت النتائج أن نموذج ARIMA(1,1,1) كان أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، ووفقاً لهذا النموذج فإن كمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة في عام 2010م تقدر بـ941,466 م3/ سنة، وفي عام 2011م تقدر بـ992,346 م3/ سنة، وفي عام 2029م تقدر بـ 1، 908,097 م3/ سنة. وعلى المعنيين بالتخطيط التنموي لمدينة تبوك مواجهة هذا

الإرتفاع المتزايد المتوقع على الطلب على المياه في القطاع الصناعي أحد أهم ركائز الإقتصاد لمواكبة هذا النمو في القطاع ووضع الخطط والحلول لتلبية الإحتياجات المستقبلية له ومراعاة ذلك في تخطيط المدن والمناطق الصناعية محل الدراسة، وأخذها بعين الإعتبار لا سيما وأن القطاع الصناعي في مدينة تبوك في مرحلة إنطلاق ونمو إذ يقع في المدينة عدد من المنشأت الصناعية المتنوعة. هذا وقد بينت دراسة خاتريل وفيرافامورثي(Khatri1 & Vairavamoorthy, 2009) أن عملية الطلب على المياه مستقبلاً سوف يحكمها عوامل اجتماعية – اقتصادية وليس بتأثير من التغير المناخي.

٣.٤ الخاتمة

مما لاشك فيه أن موضوع المياه من أهم المواضيع الاقتصادية والهندسية، إن لم يكن أهمها، فهو عصب الحياة وأهم ركائز التنمية وخططها، وخاصةً في نمط الحياة المعاصرة.ولكي تكون الدراسة مميزة فقد تم اختيار التوقع (التنبؤ) في أسلوب الدراسة إذ أن الدراسات والأبحاث في مجال المياه في الدول العربية وتحديداً في توقعات الطلب على المياه في المستقبل مازالت دون المأمول، وتم اختيار مدينة محددة للدراسة وهي مدينة تبوك ومن هنا كان اختيار موضوع الرسالة بعنوان(توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي).

وقد تم اختيار دراسة توقعات الطلب على المياه في القطاعات الأساسية في التنمية، وهي القطاعات السكانية والزراعية والصناعية. وقد واجهت الدراسة العديد من الصعوبات والعوائق وكان أهمها عدم وجود جهة موحدة أو هيئة معنية بتنظيم قطاع المياه، ومن هنا كانت صعوبة جمع المعلومات التاريخية لاستهلاك المياه لهذه القطاعات وخاصةً في القطاع الصناعي، وذلك لعدم وجود معلومات في هذا الشأن وقد تم التغلب عليها بتوزيع استقصاء على المنشآت الصناعية لمنطقة الدراسة لجمع المعلومات المطلوبة، وذلك بالتنسيق مع هيئة المدن الصناعية والغرفة التجارية الصناعية في المدينة. و قد تم جمع المعلومات التاريخية للاستهلاك السكاني للمياه بالتعاون مع المديرية العامة للمياه بمنطقة تبوك وذلك بالرجوع إلى ملفات المصادر المائية (أبار المياه في المدينة) وتتبع التقارير الخاصة بدخول كل مصدر الخدمة

وخروجه منها، وتقارير التشغيل اليومية من عدد ساعات الضخ وكميات المياه المنتجة في الشبكة ومعدلات الاستهلاك الشهري والسنوي للمياه، أما المعلومات التاريخية لاستهلاك القطاع الزراعي للمياه فقد تم عن طريق التنسيق مع إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء بوكالة وزارة الزراعة لشؤون الأبحاث والتنمية الزراعية وفرع وزارة الزراعة بمنطقة تبوك وذلك بالحصول على التقارير السنوية لمنطقة الدراسة من كمية المنتجات الزراعية (أعلاف – حبوب –خضروات – فواكه) والمساحات المستخدمة للإنتاج، وتم حساب كميات استهلاك المياه الزراعية باستخدام متوسط الإنتاجية والاحتياجات المائية للهكتار والعائد الفيزيقي والنقدي للموارد المائية المستخدمة في كل من المزارع التقليدية والمتخصصة بالمملكة خلال الفترة 1995-1998م.

ولتكون الدراسة أكثر تميزاً تم استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة بتحليل السلاسل الزمنية بالاعتماد على نماذج التنبؤ غير العشوائية والعشوائية كذلك من أجل الوصول إلى أدق نماذج التنبؤ وذلك للإجابة عن أسئلة الدراسة، وتمت الاستعانة ببرنامج Minitab15 وبرنامج Eviews7.

وقد أظهرت نتائج الدراسة ارتفاع كمية استهلاك المياه السكاني المتوقع في مدينة تبوك، وأن هذا الارتفاع سيؤثر على التخطيط التنموي للمدينة، ولابد من أخذه في اعتبار المعنيين بالتخطيط التنموي لمنطقة الدراسة التي تعد من أكثر مناطق المملكة ارتفاعاً في معدلات النمو السكاني. كما خلصت الدراسة إلى أن نموذج التمهيد الأسي الفردي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه السكاني المتوقع مستقبلاً في مدينة تبوك، في حين كان نموذج ARIMA(1,1,1) أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ.

وفي القطاع الزراعي أظهرت نتائج الدراسة أن هناك تذبذباً في كمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة في مدينة تبوك. وبينت النتائج أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، في حين كان نموذج ARIMA(1,0,0) أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ. وبناءاً على انخفاض وارتفاع كمية استهلاك المياه للزراعة المتوقعة في منطقة الدراسة، فإن هذا التذبذب لابد أن يكون له تأثيره على الخطط التنموية المستقبلية لمدينة

تبوك حيث تشير هذه النتائج على تحول مدينة تبوك عن المجتمع الزراعي الأمر الذي سيشكل جوهراً في التحول التنموي للمدينة في هذا القطاع الحيوي والهام.

أما في القطاع الصناعي فقد توقعت نتائج الدراسة ارتفاع كمية استهلاك المياه لهذا القطاع في مدينة تبوك، وأن هذا الارتفاع سيؤثر على التخطيط التنموي للمدينة، خاصةً مع ما تشهده مدينة تبوك من توسع في المنشآت الصناعية وتنوع في أنشطتها وما تم إعلانه في خطط التنمية من النهوض والانطلاق بالقطاع الصناعي في المملكة ومنها مشروع الخطة الاستراتيجية للصناعة حتى عام 2020م كأحد الخيارات في تنويع مصادر الدخل للدولة ونتج عن ذلك إنشاء هيئة المدن الصناعية بتبوك عام 2006م لتنظيم القطاع الصناعي في المدينة والانطلاق به. كما وبينت النتائج أن النموذج التربيعي كان أدق وأفضل النماذج غير العشوائية للتنبؤ بكمية استهلاك المياه للصناعة المتوقعة مستقبلاً في مدينة تبوك، في حين كان نموذج ARIMA(1,1,1) أدق وأفضل النماذج العشوائية للتنبؤ.

٤.٤ التوصيات

على ضوء نتائج الدراسة ومعرفة الواقع، فإنه يمكن تقديم مجموعة من التوصيات الهادفة إلى الإفادة من توقعات الطلب على المياه في مدينة تبوك وتأثيرها على التخطيط التنموي، وهذه التوصيات:

١. التوصية بالقيام بالدراسات والأبحاث التالية:

أ- دراسة توقعات الطلب على المياه لمدينة تبوك بشكل فصلي.

ب- دراسة تأثير التوسع في مصانع إنتاج المياه ومحطات تحلية المياه والجدوى الاقتصادية من ذلك.

ج- دراسة إمكانية عمل مشترك مع الدول الشقيقة المجاورة لتبادل المياه أسوةً بمشاريع تبادل الكهرباء المستقبلية ومدى الجدوى منها.

د- عمل دراسات عن إمكانية الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة لاستخدامها في مدينة تبوك في المجالين الزراعي والصناعي وكذلك السكاني في غير مياه الشرب مثل حدائق المنازل ودورات المياه وخاصة في الأحياء الجديدة أو المستقبلية.

هـ – دراسة مدى الحاجة لخصخصة قطاع المياه لمنطقة الدراسة ومدى تأثيرها على الطلب المستقبلي المتوقع للمياه.

2. العمل على الاستفادة المثلى من مصادر المياه في مدينة تبوك في ضوء الاحتياجات المستقبلية للمياه.
3. ضرورة العمل على تضمين الخطط التنموية أساليب توفير المياه في المستقبل في ظل كميات استهلاك المياه المتوقعة مستقبلاً.
4. العمل على التنبه إلى انخفاض الاتجاه نحو الزراعة في مدينة تبوك وبالتالي وضع الخطط التنموية الكفيلة بحل هذه المشكلة الخطيرة.
5. اتباع سياسة استصلاح الاراضي ووقف الزحف نحو الأراضي الزراعية في مدينة تبوك.
6. إيجاد جهة أو هيئة تكون هي الأساس والمرجع في ما يتعلق بالمياه من تشريع وتنظيم ومراقبة لهذا القطاع الحيوي والهام.
7. عمل خطة طوارئ للمياه لمنطقة الدراسة وتطبيق مفهوم إدارة الطلب على المياه بشكل علمي مدروس.

المراجع

أ – المراجع العربية

أبو الفتوح، يحيى عبد الغني.(٢٠٠٣). **محددات الطلب على المياه للأغراض المنزلية: دراسة تحليلية لمنطقة الرياض والمملكة العربية السعودية، دورية الإدارة العامة،** المجلد الثالث والأربعون، العدد الرابع، السعودية.

اسكوا، (٢٠٠٢). **ادارة الطلب على المياه،** منشور (١٤) من منشورات الأمم المتحدة، الولايات المتحدة الأمريكية: الأمم المتحدة.

آل الشيخ، عبد الملك بن عبد الرحمن. (٢٠٠٦). **حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية،** المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة.

بري، عدنان ماجد عبد الرحمن. (٢٠٠٢). **طرق التنبؤ الإحصائي،** الجزء الأول، الرياض: جامعة الملك سعود.

البكري، سونيا محمد.(٢٠٠١). **إدارة الإنتاج والعمليات،** الإسكندرية: الدار الجامعية.

البلداوي، عبد المجيد عبد الحميد.(١٩٩٧). **الإحصاء للعلوم الإدارية والتطبيقية،** عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع.

البنك الدولي،(٢٠٠٥)،برنامج الخليج العربي لدعم منظمات الأمم المتحدة الانمائية "**تقرير عن تقييم قطاع المياه في بلدان مجلس التعاون لدول الخليج العربية**".

تقرير التنمية البشري (UNDP)،(2006)، **ما هو أبعد من الندرة : القوة والفقر وأزمة المياه العالمية.**

حسن، امتثال محمد والعطار، لبيبة حسب النبى.(٢٠١٢). **مبادئ أساليب الاستدلال الإحصائي والتنبؤ،** الاسكندرية: جامعة الاسكندرية.

حسين، مجيد علي وسعيد، عفاف عبدالجبار. (١٩٩٨). **الاقتصاد القياسي: النظرية والتطبيق،** ط(١)، عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.

حسين، محمد احمد صالح.(٢٠٠٣).**الأطماع الصهيونية في المياه العربية في ضوء أزمة مياه الشرق الأوسط،** مجلة عالم الفكر، العدد الثالث.

حشمان، مولود.(٢٠٠٢). **نماذج وتقنيات التقدير قصير المدى،** الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.

الربدي، محمد صالح(2005)، **دراسات في سكان المملكة العربية السعودية: مصادر المعلومات والبيانات السكانية.**

الزهراني، خضران حمدان.(٢٠١٠).**١٣ سبباً تدفعنا إلى إعادة النظر في إدارة الطلب على المياه،** جريدة الاقتصادية، العدد ٦٠١٦.

زينو، أمجد.(٢٠٠٥). إدارة الطلب على مياه الشرب "دراسة تجريبية حقلية لإحدى الشبكات لضبط المياه غير المرصودة (الفواقد)"، **مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية،** المجلد (٢١)، العدد (٢): ٩-٣١.

سلامة، رمزي.(٢٠٠٦). **مشكلة المياه في الوطن العربي..احتمالات الصراع والتسوية.**

السيد، عباس (ب.ت.). **الاقتصاد القياسي،** الإسكندرية: دار الجامعات المصرية.

شقير، فائق والشريف، عليان والحلبي، رياض.(٢٠٠٠). **مقدمة في الإحصاء،** عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

الشنواني، صلاح.(١٩٩٩). **التنظيم والإدارة في قطاع الأعمال،** الإسكندرية: مركز الإسكندرية للكتاب.

الصالحي، محمد صالح.(٢٠٠٠).**الاتجاهات التقنية للطاقة المتجددة في إنتاج المياه والحفاظ عليها.**

عبده، طلعت وجاد الله، حورية.(١٩٩٨)، **جغرافية شبه الجزيرة العربية،** دار الخريجي: الرياض.

العجيلي، محمد صالح، (٢٠٠٠)، **متغير المياه في العلاقات العربية التركية،** مجلة الفكر السياسي الكويتية، العدد الثامن.

عطية، عبد القادر محمد.(٢٠٠٠). **الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق،** ط(٢)، الإسكندرية: الدار الجامعية.

العنانزة، علي.(١٩٩٩). استهلاك المياه في محافظة الكرك: الحاضر والمستقبل، **مؤتة للبحوث والدراسات،** المجلد الرابع عشر، العدد الثامن، ص٣٥-٦٢.

الغامدي، عبد الله بن سعيد وقطب، سعود بن عبد العزيز.(٢٠٠٣). **تقدير التسربات من شبكات توزيع المياه التي تعمل بنظام المناوبات، دراسة ميدانية: شبكة مياه مكة المكرمة،** المؤتمر الهندسي السعودي السادس، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن –الظهران، السعودية.

غانم، عادل محمد خليفة والرويس، خالد بن نهار.(2004). **التركيب المحصولي الراهن والمقترح في ضوء اعتبارات الأمن المائي بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة الملك سعود**، م١٧، العلوم الزراعية (١)، ص ص ١٩-٤٤.

فركوس، محمد.(١٩٩٥). **الموازنات التقديرية**، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.

منصور، عوض وصبري، عزام.(٢٠٠٠). **مبادئ الإحصاء**، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

النشوان، عبد الرحمن بن عبد العزيز.(٢٠٠٦). **أثر التنمية في موارد المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية**، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية: قسم الجغرافيا والدراسات البيئية، الرياض، السعودية.

نصيب، رجم.(٢٠٠٤). **الإحصاء التطبيقي**، الجزائر: دار العلوم للنشر والتوزيع.

وزارة الإقتصاد والتخطيط في السعودية.(٢٠١٠).**التعداد العام للسكان والمساكن**، مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات.

وزارة الاقتصاد والتخطيط في السعودية.(١٩٧٠).**خطة التنمية الخمسية الأولى.**

وزارة الاقتصاد والتخطيط في السعودية.(٢٠٠٠). **خطة التنمية الخمسية السابعة.**

وزارة الاقتصاد والتخطيط في السعودية.(٢٠٠٥). **خطة التنمية الخمسية الثامنة.**

وزارة الاقتصاد والتخطيط في السعودية.(٢٠١٠).**خطة التنمية الخمسية التاسعة.**

وزارة الزراعة، إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء.(٢٠٠٥). **تقرير الأداء السنوي لوزارة الزراعة في المملكة العربية السعودية.**

وزارة الزراعة، وكالة الوزارة لشؤون الأبحاث والتنمية الزراعية، إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء بالتعاون مع الإدارة العامة لشؤون الزراعة بمنطقة تبوك.(٢٠٠٦).**التنمية الزراعية بمنطقة تبوك.**

وزارة المياه والكهرباء، المديرية العامة للمياه بمنطقة تبوك. (٢٠٠٤). **تقرير بعنوان دراسة مشروع مياه تبوك الاستراتيجي.**

ب- المراجع الأجنبية

Archibald, G. G. (1983). Forecasting Water Demand - A Disaggregated Approach, **Journal of Forecasting**, Vol. 2, Issue No. 2, pp. 181-192.

Berliner, L. M. (2003). Uncertainty and Climate Change. **Statistical Science**, 18(4), 430-435.

Bhatti, Asif M. & Nasu, Seigo (2010). Domestic Water Demand Forecasting and Management Under Changing Socio-Economic Scenario, **Society for Social Management Systems**, 1, pp. 1-9.

Box, G. E. P., and Jenkins, G. (1976), **Time Series Analysis: Forecasting and Control**, Holden-Day.

Bradley, R. M. (2004). Forecasting Domestic Water Use in Rapidly Urbanizing Areas in Asia. **Journal of Environmental Engineering**, 130(4), 465-471.

Brocklebank, John C. & Dickey, David A. (2003). **SAS for Forecasting and Time Series**, SAS Institute Inc., Cary, NC: USA.

Chio, Taeho; Kwon, Oeun & Koo, Jayong (2010).Water Demand Forecasting by Characteristics of City Using Principal Component and Cluster Analysis, **Environmental Engineering Research**, Vol. 15(3), pp. 135-140.

Faruqui, N. I.; Biswas, A. K. & Bino, M. J. (2002). **Water Management In Islam**, UNU Press, IDRC.

Khatri1, K.B. & Vairavamoorthy, K. (2009). **Water Demand Forecasting for the City of the Future against the Uncertainties and the Global Change Pressures: Case of Birmingham**, Paper presented at the Proceedings of the EWRI/ASCE Conference, May (17-21), Kansas, USA.

Kostas, Bathas & Chrysostomos, Stoforos (2006). Estimating Urban Residential Water Demand Determinants and Forecasting Water Demand For Athens Metropolitan Area, 2000-2010, **South-Eastern Europe Journal of Economics**, Vol. 1, 47-59.

Lee, Seung-Jae; Wentz A. Elizabeth & Gober, Patricia (2010). Space–time forecasting using soft geostatistics: a case study in forecasting municipal water demand for Phoenix, Arizona, **Stoch Environ Res Risk Assess**, Vol. 24, pp. 283–295.

Liu, Jing-qing, Cheng, Wei-ping, & Zhang, Tu-qiao (2012). Principal Factors Analysis for Forecasting Diurnal Water Demand Pattern Using Combined Rough Set and Fuzzy Clustering Technique, **Journal of Water Resources Planning and Management**, Vol.1, Issue 162, (ASCE)WR.1943-5452.0000222

Liu, Junguo; Savenije, Hubert H.G. & Xu, Jianxin (2003). Forecast of water demand in Weinan City in China using WDF-ANN model, **Physics and Chemistry of the Earth**, Vol. 28, pp. 219–224.

Mannina, G.; Freni, G.; Viviani, G.; Sægrov, S., & Hafskjold, L. S. (2006). Integrated urban water modelling with uncertainty analysis. **Water Science & Technology**, 54(6), 379-386.

Moore, D. S., and McCabe, G. P. (1993), **Introduction to the Practice of Statistics**, 2nd ed., New York: Freeman.

Moore, J. T., S. Ng, M. Singer, and C. E. Graves, (2002). **Common characteristics of heavy banded snowfall events in the central United States. Preprints 19th Conference on Weather Analysis and Forecasting**, San Antonio, TX, Amer. Meteor. Soc, 3–6.

Nasseri, Mohsen; Moeini, Ali & Tabesh, Massoud (2011). Forecasting monthly urban water demand using Extended Kalman Filter and Genetic Programming, **Expert Systems with Applications,** Vol. 38 Issue 6, pp. 7387-7395.

O'Neill, B. C.; Balk, D.; Brickman, M., & Ezra, M. (2001). A guide to global population projections. **Demographic Research**, 4(8), 203-288.

Polebitski, V. &. Palmer, Richard N. (2010). Seasonal Residential Water Demand for Census Tracts, **Journal of Water Resources Planning and Management**, Vol. 136, Issue 1, pp. 27-37.

Savenije, H. H. G. (1995). Water Resources Management: Concepts And Tools. International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering. Holland.

Xinping, Xu & Junping, Liu (2009) . **The Research on Forecasting Water Demand Methods for Changzhi City in Shanxi Province**, Paper presented at the Proceeding of the International Conference on Information Science and Engineering IEEE, Washington, DC, USA. pp.5261-5264, 26-28 Dec.

Yaffee, R. A. & McGee, M. (2000). An Introduction to Time Series Analysis and Forecasting: With Applications of SAS and SPSS. **Academic Press Inc.**, Pp. 101- 150.